

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 53 184.6

Anmeldetag: 15. November 2002

Anmelder/Inhaber: Philips Intellectual Property & Standards GmbH,
Hamburg/DE
(vormals: Philips Corporate Intellectual Property GmbH)

Bezeichnung: Batteriemanagement mit drahtlosem Zugang zu den
Batteriezellen

IPC: H 01 M, H 02 H, H 02 J

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 24. Oktober 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Schäfer

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

BEST AVAILABLE COPY



ZUSAMMENFASSUNG

Batteriemanagement mit drahtlosem Zugang zu den Batteriezellen

Es werden Lösungen vorgeschlagen, um Batterien zellenweise messtechnisch zu überwachen und die Ladung zellenweise zu steuern. Die bisher dazu notwendigen, sehr aufwendigen Zuleitungen entfallen durch drahtlose Messwertübertragung bzw. die drahtlose ausgelöste Ladungsbeeinflussung. Zu diesem Zweck werden kompakte Schaltungsmodule zwischen den Polen der Batteriezellen eingesetzt. Die Erfindung eignet sich für einen automatischen Betrieb sowohl während des Lade- und des Entladevorgangs als auch während der Lagerung und bei der Wartung.

10

In vielen Anwendungen wird es durch die Lösungen wirtschaftlich vertretbar, die Daten der einzelnen Zellen laufend zu ermitteln. Dadurch kann die Batteriezustandsbeurteilung verbessert werden. Der Zellenzustand der Batteriezellen kann verbessert ausgeglichen werden, was die effektive Lebensdauer der Batterie erhöht.

15

Fig. 4.

20

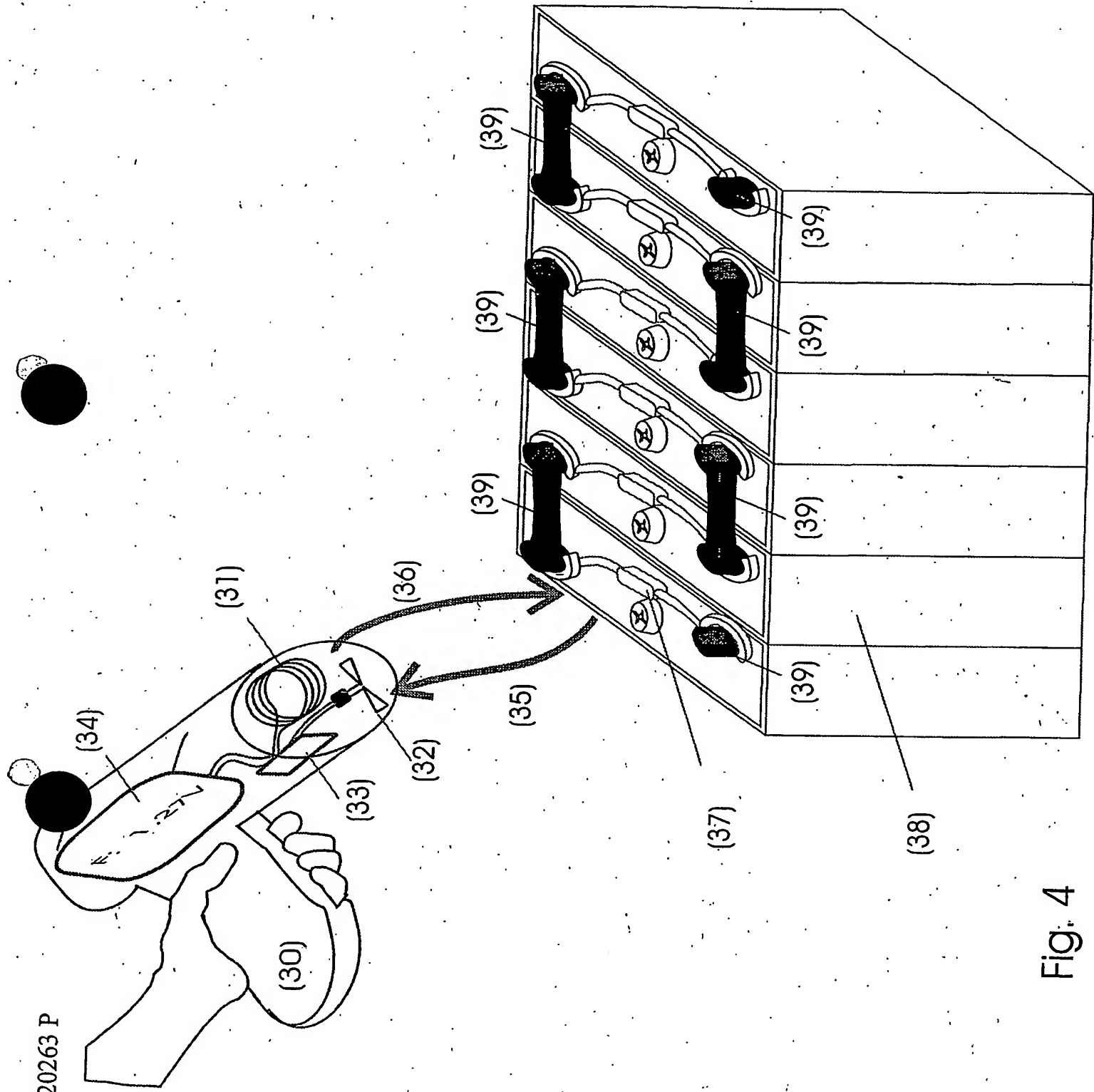


Fig. 4

PHDE020263 P

BESCHREIBUNG

Batteriemanagement mit drahtlosem Zugang zu den Batteriezellen

Die Erfindung betrifft das Batteriemanagement. Das Batteriemanagement umfasst die Messwerterfassung, die Überwachung und die Steuerung und Regelung von Lade- und Entladungsvorgängen für Batterien. Außerdem kann das Batteriemanagement den Ausgleich von Zustandsunterschieden von Batteriezellen einschließen.

Im technischen Umfeld von Batterien sind breite Bestrebungen gegenwärtig darauf gerichtet, Systeme für das Batteriemanagement einzuführen oder solche zu verbessern.

10 Diese Systeme überwachen und steuern die Ladevorgänge und teilweise auch die Entladevorgänge:

Insbesondere der Ladevorgang kann in verschiedener Hinsicht optimiert werden. Zielstellungen sind dabei eine hohe nutzbare Batterie-Kapazität, eine lange Batterie-Lebenserwartung, der minimale Lade-Zeitbedarf, die Verhinderung schädlicher Batteriezustände - wie infolge von Überladung und Tiefentladung - oder ein günstiger energetischer Wirkungsgrad. Dazu werden verschiedene physikalische Größen an der Batterie gemessen und in die Steuerung einbezogen, in einigen Systemen auch aufgezeichnet.

20 Ein Teil der Systeme erfasst auch Messwerte während des Entladebetriebes und gibt diese Werte in unterschiedlicher Weise wieder. Oft wird die aktuell vorliegende Batteriekapazität abgeschätzt. Soweit es anwendungsseitig möglich ist, kann auch die Entladedauer beeinflusst werden, ausnahmsweise kann sogar der Entladestrom gesteuert werden.

25

Auch außerhalb des eigentlichen Betriebes (Ladung und Entladung) kann während der Lagerung das messtechnische Beobachten der Batterie sinnvoll sein. So kann dann das Batteriemanagement frühzeitig Beeinträchtigungen der Funktion erkennen, etwa eine

allmähliche Selbstentladung oder Alterungsvorgänge, die allgemein schwer zu prognostizieren sind. Beobachtete Veränderungen können bedarfsgerecht und präventiv behandelt werden, beispielsweise durch zusätzliche Lade-/Entladevorgänge, Austausch, Reparatur, Wartung u.ä..

5

Zustandsaussagen auf der Basis von Erfahrungswerten sind bisher nur wenig treffsicher, wenn sie nur von der Lager- und Einsatzzeit ausgehen. Vielmehr als die anfänglichen Streuungen der Herstellung haben die individuellen Bedingungen während der Batterielebensdauer den maßgeblichen Einfluss auf den späteren Zustand.

10

Infolge umfangreicher wissenschaftlicher und ingenieurtechnischer Anstrengungen liegen für viele Batterietypen gute Modellierungen vor. Diese Modelle stützen sich bei der mathematisch-physikalischen Beschreibung der Zusammenhänge auf Messwerte als Eingangsgrößen und teilweise auf die Historie dieser Werte.

15

Die Messwerte sind somit Parameter der allgemeinen Modelle, mit denen der Zustand der Batterie beschrieben wird. Solche Zustandsmodelle werden ganz allgemein dann genauer, wenn mehrere unterschiedliche Größen abgegriffen werden, mehrere Messstellen in die Messungen einbezogen werden und viele Werte in zeitlicher Abfolge vorliegen.

20

Zusammenfassend formuliert, benötigen Systeme für das Batteriemanagement ein möglichst genaues Bild vom vorliegenden Zustand der Batterie. Dies erhalten sie letztlich durch intensive messtechnische Beobachtung.

25

Ursächlich entsteht der Gesamtzustand der Batterie jedoch durch das Zusammenwirken der Zellen der Mehrzellen-Batterie. Für die Zellen kann jeweils ein individuell verschiedener Ladezustand vorliegen, ebenso wie ein mehr oder weniger abweichender Alterungszustand. In wenigen besonderen Fällen können verschiedene externe Einflüsse auf die Zellen wirken (z.B. Temperaturunterschiede).

30

Nicht selten weichen die Zustände der Zellen erheblich voneinander ab, insbesondere bei Akkumulatoren-Batterien im letzten Drittel ihrer Lebenserwartung.

- 5 Durch verschiedenartig „gealterte“ Zellen wird die Beurteilung mit Hilfe o.g. Modell-
beschreibungen sehr unsicher, wenn nur Messgrößen für die Gesamtbatterie erschließbar
sind. In Wartungsvorschriften vieler größerer Akkumulatorenbatterien ist daher vor-
gesehen, in regelmäßigen Abständen manuell für jede Zelle einige elektrische Werte (z.B.
Ladeendspannung, Spannung mit einer definierten Messlast) und einige andere physikali-
sche Größen (z.B. Elektrolytdichte und Füllstand) aufzuzeichnen. Häufig wird die
10 Klemmspannung und auch der Strom jeweils für die Gesamtbatterie kontinuierlich mit
Messgeräten angezeigt, obwohl davon meist keine genauen Zustandsaussagen abgeleitet
werden können.

- 15 Zur Verdeutlichung soll das technische Problem erläutert werden, welches durch unter-
schiedliche Zustände von zusammengeschalteten Batteriezellen entsteht.

- 20 Sogar schon im normalen Betrieb von Batterien kann sich die Unterschiedlichkeit der
Zellenzustände unerwartet rasch verstärken. Noch stärker tritt dieser Effekt bei kurz-
zeitiger Hochstrombelastung ein. So kann ein etwas verschlechterter Zellenzustand zu
besonderer Beanspruchung der betroffenen Zelle führen, was wiederum den Zustand be-
schleunigt verschlechtert. Beispielsweise führt ein erhöhter Innenwiderstand einer kon-
ventionellen gealterten Blei-Säure-Zelle zu verstärkter Gasbildung, was den Innen-
widerstand noch weiter anhebt, usw.

- 25 In ähnlichem Sinne ist die über die Fachwelt hinaus bekannte Regel zu verstehen, keine
Primärzellen unterschiedlichen Alters, Fabrikats oder verschiedener Vornutzung in einem
Gerät einzusetzen.

- 30 Bei Starterbatterien oder Hochtemperaturbatterien kann beispielsweise bereits eine
stärker gealterte Zelle einer ansonsten funktionsfähigen Batterie dazu führen, dass die

notwendige Fähigkeit, hohe Ströme zu liefern, unerwartet ausfällt. Als drastisches Mittel dagegen ist das kurzschließende Überbrücken der defekten Zellen bekannt, um provisorisch eine reduzierte Restfunktion der Gesamtbatterie zu retten. Dazu zeigen die Druckschriften DE 3721754 A1, EP 665 568 B1 oder DE 695.03 932 T2 technische Lösungsvorschläge auf. Für Satelliten und Raumfahrzeuge mit extrem wertvoller Batteriekapazität schlägt die Druckschrift US 6,294,766 die thermisch ausgelöste Überbrückung von Zellen vor. Um unterschiedliche Zellenzustände zu vermessen und individuell berücksichtigen, können Batterien aus einzelnen Zellen oder Zellengruppen mit Hilfe eher aufwändiger Einrichtungen gemäß Gebrauchsmuster DE 299 13 613 U1 flexibel zusammengeschaltet werden.

Den sich herausbildenden Unterschieden zwischen Zellenzuständen kann durch herkömmliche Wartungsmaßnahmen, wie z.B. durch dosierte Wasserzufuhr für den Elektrolyten, entgegengewirkt werden. Angestrebt werden jedoch günstiger automatisierbare Verfahren, insbesondere unter Verwendung nur elektrischer Mittel. Die Unterschiede der Zellen elektrisch ausgleichen können zum Beispiel die Verfahren der sogenannten Ladungsbalancierung. Dabei wird regelmäßig für die Zellen (oder Gruppen dieser) der individuelle Ladezustand – bis zum Erreichen möglichst gleicher elektrischer Messwerte für jede Zelle – nivelliert. Der Ausgleich erfolgt oft während der Ladung, insbesondere bei der Erhaltungsladung.

Es sind auch Vorschläge publiziert, Ladung von weniger gealterten Zellen an „geschwächte“ weiterzugeben. Dazu schlägt die Druckschrift DE 198 43 417 A1 vor, einen Kondensator von der Zelle mit höherer Spannung aufzuladen und dann an einer mit niedriger Spannung zu entladen. Dazu sind aufwändige Zuleitungs- und Schaltersysteme mit der betätigenden Steuerung konzipiert worden.

Einige Arten von Batterien, wie Hochtemperatur/Hochenergiebatterien werden wegen ihrer technischen Besonderheiten fast immer mit Batteriemanagementsystemen ausgestattet.

Bei den übrigen Batteriesystemen setzt sich intelligentes Batteriemanagement erst langsam durch, beginnend mit den größeren Akkumulatoren.

5 Ganz generell ist der wirtschaftliche Nutzen von Batteriemanagement - z.B. die bessere Ausnutzung der Batterie - nicht ohne erheblichen technischen Aufwand zu realisieren, welcher auf der Kostenseite zu Buche schlägt. Die Kosten/Nutzenbetrachtungen lassen häufig keinen hohen Aufwand für das Batteriemanagement zu. Das gilt immer dann, wenn die Batterie selbst nur relativ niedrige Kosten verursacht und keine ungewöhnliche hohe Zuverlässigkeit seitens der Batterieanwendung gefordert wird.

10

Bei Primärbatterien in gewöhnlichen Anwendungen gibt es bisher kein Batterie-management oder es ist auf einfache Spannungsanzeigen beschränkt, dennoch könnte sich dies zukünftig durch sehr kostengünstige mikroelektronische Bauelemente ändern.

15 Veränderungen werden von zwei Richtungen ausgehen können. Zum einen durch eine Verbesserung der Batterieausnutzung in Hinblick auf die anfänglich diskutierten Optimierungszielstellungen. Der Weg dahin ist mit zunehmend komplexer werdender Modellbildung verbunden.

20 Zum anderen ist die notwendige Verarbeitungsleistung und der Speicherbedarf und die Messwertwandlung bereits sehr kostengünstig geworden, weil vieles durch Mikro-controller elegant lösbar wurde. Allerdings haben diese Fortschritte bei den Möglichkeiten, ein Modell umfangreich zu berechnen, bisher noch nicht gleichermaßen zu mehr Messgrößen je Batterie geführt, obwohl diese vielen Werte gerade als Parameter für
25 genauere Modellierungen äußerst wünschenswert wären.

So ist die individuelle Erfassung und Steuerung jeder Zelle so aufwendig, dass sie in konventioneller Form sehr selten realisiert wird. Der Aufwand der Sensorik „vor Ort“ und insbesondere aber für die Leitungsführung von jeder Zelle zu einem Batterierechner
30 ist zu groß. Genannt seien als Referenz dafür Lösungen, wie sie die Druckschriften DE42 31732 C1, EP 0623 253 B1 oder DE 692 16 432 T2 vorschlagen.

Vorschläge eine verdrahtete, serielle Busstruktur zu verwenden, um den Leitungsaufwand zu senken, setzen an diesem Problem an. Lösungen sind in den Druckschriften DE 42 41 523 A1 und DE 1953575 A1 zu finden.

- 5 Es gibt auch Vorschläge, die Zellen mit nur einem Leitungspaar zu erreichen, aber trotzdem individuell dadurch zu vermessen, dass für jede Zelle ein individueller Arbeitspunkt einer nichtlinearen Messschaltung eingestellt wird, vgl. DE 195 18 729 C2.

Die genannten Quellen sind Indiz dafür, dass in der Berücksichtigung jeder Zelle ein nicht geringes Potenzial liegt, um

- a) die Qualität der Zustandsermittlung wesentlich zu erhöhen und
- b) das Problem unterschiedlicher Zellen durch Ladungsbalancierung zu behandeln,
- c) also letztlich den wirtschaftlichen Nutzen des Batteriemanagement zu steigern.

- 15 Zur weiteren Vertiefung des Hintergrundes zur Batterieüberwachung, zur Ladesteuerung, zum Zellenzugang und zur Ladungsbalancierung seien zum Stand der Technik die folgenden Druckschriften aufgeführt: DE 38 00 273 A1, DE 35 20 985 C2, DE 34 29 145 C2, DE 27 18 499 C2, EP 0 858 689 B1/DE 696 11538 T2, DE 32 21 161 C2, DE 41 32 229 C2.

20

Auf einem anderen Gebiet haben die Fortschritte der Mikroelektronik zu wenig aufwändigen und äußerst energiesparsamen Systemen geführt, welche über eher kurze Entfernungen von einigen Zentimetern bis wenigen Metern drahtlos Daten übermitteln können. Dazu werden alle aktiven Bauelemente auf einem Chip realisiert.

25

Zum einen sollen die monolithischen Transponder zur kontaktlosen Identifikation genannt werden, die selbst keine eigene Energiequelle aufweisen, sondern über ein hochfrequentes Wechselfeld aus der Lesestation mitversorgt werden. Beispiele aus diesem Gebiet sind in der kontaktlosen Chipkarte, der Wegfahrsperre der meisten modernen Automobile oder in elektronischen Etiketten zu finden.

30

Zum anderen sollen drahtlose Sensoren erwähnt werden, die technisch mit den Transpondern verwandt sind. Jedoch werden hier nicht (nur) Identifikationsdaten sondern (auch) Messwerte – wie Druck, Temperatur, Beschleunigung – in von einer integrierten Schaltung ermittelt und drahtlos weitergegeben.

5

Weitgehend ausgereift ist beispielweise der Reifendrucksensor, der demnächst in Serienfahrzeugen weitverbreitet sein wird. Dieses Sensorsystem befindet sich ohne jegliche Anschlussleitungen im rotierenden Fahrzeugreifen und vermittelt Druck- und Temperaturwerte aus diesem an die Fahrzeugelektronik.

10

Heute ist es bereits Stand der Technik in einen Identifikations-Transponder oder einen drahtlosen Sensor einen 8-Bit Mikrocontroller neben speziellen Schaltungen und digitalem Speicher mitzugeben. Somit sind auch sehr komplexe Funktionen in Hardware und in programmierter Form umsetzbar. Mit diesen Controllern wurden Funktionen realisiert, die im Zusammenhang mit den erfindungsgemäßen Lösungen wichtige technische Grundbausteine darstellen. Dazu gehören unter anderem die Funktionen der individuellen Adressierbarkeit (Auswahl 1 aus n), eine Schlaf- und Aufwachfunktion zur Energieeinsparung, die Konfliktauflösung bei gleichzeitigen Kommunikationsversuchen mehrerer Teilnehmer im Bereich der Übertragungsbereichweite, verschiedene Analog-Digitalwandler und Routinen zur Sensor-Signal-Konditionierung und zum zeitweilig autarken Messbetrieb mit Vorverarbeitung der Werte.

15

Drahtlose Aktuatoren sind eher im Forschungsstadium, in der Medizintechnik ist z.B. über erste implantierbare Insulinpumpen berichtet worden. Werden jedoch vom Aktuator rein elektrische Größen auf drahtlosem Wege gestellt, bildet heute eher der Energiebedarf als die Verfügbarkeit geeigneter elektronischer Bauelemente, die große Herausforderung für den Entwickler, wenn man von Kostenfragen absieht. Im Fall von drahtlos ausgelösten Schalt- und Steuervorgängen an Batteriezellen kann nur ein sehr hoher Strom gegen die Verwendung von günstigen kompakten Baugruppen oder sogar voll integrierbaren Bauelementen sprechen.

25

30

30

Die Erfindung schlägt als Lösungsprinzip vor:

- 1) an jeder Batteriezelle je eine kompakt aufgebaute Sensorschaltung (im folgenden kurz Zellschaltung) zur Messwernerfassung anzuordnen,
- 2) diese mit drahtlosen Datenübertragungsmitteln auszustatten und
- 3) damit die Messdaten der Zellen mindestens an ein zentrales Gerät oder System mit der Aufgabe des Batteriemanagement zu übergeben (im folgenden kurz Zentralsystem).

- 10 Dieses Zentralsystem kann ein Überwachungsgerät, ein automatisches Ladegerät, ein Servicecomputer, ein Teil einer Fahrzeugelektrik, eine Komponente für eine Stromversorgung oder ein Baugruppe eines Batteriecontainers und ähnliches sein,

- 15 Die Zellschaltungen können darüber hinaus Mittel besitzen, welche die Ladung der Zellen individuell zu beeinflussen, das sind die zuvor genannten elektrischen Aktuatoren.

Die Erfindung ermöglicht in vorteilhafter Weise den Zugang des Batteriemanagementsystems zu den einzelnen Zellen, insbesondere die Übertragung von Messwerten und von Steuerungsparametern.

- 20 Die vorgeschlagene Lösung ist besonders für mehrzellige Sekundärbatterien (Akkumulatoren) geeignet. Sie ist aber auch bei Primärbatterien und anderen Energiequellen mit einem batterieähnlichen und in Zellen strukturierten Aufbau - wie beispielsweise Solarzellenflächen - verwendbar.

- 25 Zur ersten Verdeutlichung seien zwischen den Zellenpolen realisierte Umleitungs-Strompfade (Shunts) genannt, welche während des Ladevorgangs vom Batteriemanagement gesteuert ein- und ausgeschaltet werden. Dadurch kann ein einstellbarer (im allgemeinen sehr kleiner) Teil des Ladestroms der Zellen vorbei geleitet werden, die bei einer optimalen Verteilung der Ladung der Zellen diesen Teil nicht benötigen. In anderen Zellen, die
- 30

intensiver geladen werden sollen, weil ihr Ladezustand verschlechtert ist, kann der Ladestrom ungeteilt wirken. Für jede der Zellen kann der Anteil des umgeleiteten und des wirksamen Ladestroms individuell eingestellt werden.

- 5 Die Steuerinformation für ladungsbeeinflussende Mittel wird entweder autark an der Zelle errechnet oder vom Zentralsystem her kommandiert. Im ersten Fall kann die Ladungsbeeinflussung an das Zentralsystem gemeldet werden, von diesem kann ein aktueller Referenzwert vorgegeben werden, im zweiten Fall wird die Ladungsbeeinflussung vom Zentralsystem unter Berücksichtigung der Messwerte aller Zellen kalkuliert und für bestimmte Zellen ausgelöst. In beiden Fällen erfolgt eine drahtlose Datenübertragung zwischen den Zellenschaltungen und des Zentralsystems.

- 15 Die Zellenschaltungen sind vorteilhaft in hoher mikroelektronischer Integration ausführbar. Viele Erfahrungen, Schaltungskomponenten, Softwaremodule aus der zuvor erwähnten Transpondertechnologie sind neben den schon erwähnten Übertragungsverfahren verwendbar. Die Zellenschaltungen besitzen für die drahtlose Datenübertragung zumindest eine Sendebaugruppe, bei einem Großteil der Ausführungsvarianten zusätzlich Empfangseinrichtungen. Der Empfänger kann beispielsweise auf ein entsprechendes Signal hin einen Aufweckvorgang auslösen und/oder ein Selektions-Signal für eine der
- 20 Zellenschaltungen liefern. Der Empfänger kann außerdem Signale für die anderen Module der Zellenschaltung liefern, welche der Auswahl eines bestimmten Messablaufes oder einer zentral gesteuerten Funktion der Ladungsbeeinflussung dienen.

- 25 Die Energie für den Betrieb der Zellenschaltung kann, wie in der Transpondertechnik üblich, drahtlos zugeführt werden. Während des Lade- und Entladebetriebes ist eine drahtlose Versorgung jedoch selten vorteilhaft. In diesen Phasen sollte die Energie dem Ladestrom oder der Zelle unmittelbar entnommen werden, weil dass der hochfrequenten Energieübertragung zur Zellenschaltung im Wirkungsgrad weit überlegen ist.

Außerdem ist aus der Ladestromquelle und bei einer größeren Batterie meist ausreichend Energie verfügbar, sodass der Bedarf der Zellschaltung unerheblich ist.

Ein anderer Fall liegt bei der Überwachung von gelagerten Batterien vor. Hier sollte der Batterie häufig keine Ladung entnommen werden. Dann kann die Zellschaltung drahtlos versorgt werden.

In einer weiterführenden Ausführungsform können die Zellschaltungen auch unmittelbar miteinander kommunizieren und damit das Zentralsystem voll oder in Teilen ersetzen, zumindest aber ergänzen und entlasten.

Die Zellschaltung kann auf dem Deckel der Zelle oder an einer Außenseite montiert werden. Sie kann in die Zellenhülle einbezogen sein oder räumlich in die Zelle selbst verlagert werden. Die Anschlüsse der Zellschaltung zu den Polen sind in allgemeinen kurz gehalten.

Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung ist ein System zur Batterieüberwachung, welches die Batteriezellen messtechnisch beobachtet.

Um das vorgeschlagene Lösungsprinzip für ein Batterieüberwachungssystem einzusetzen, benötigt man typischerweise:

- a) genau soviel drahtlose Sensoren, wie Batteriezellen vorhanden sind, und
- b) (zumindest) eine Empfangseinrichtung am Überwachungssystem für das drahtlose Aufnehmen der Messwerte.

25

Die drahtlosen Sensoren sind spezielle Ausführungen der zuvor genannten Zellschaltung, mit der Funktion der Messwertermittlung. Sie werden im einfachsten Fall zwischen den beiden Polen einer jeden Batteriezelle angeschlossen. Das Überwachungssystem – als Ausführungsform des Zentralsystems – nimmt von jedem Sensor mindestens eine Messgröße auf, führt meistens zusammenfassende und verarbeitende Schritte aus und

stellt den Messwert für eine Lade- oder Entladesteuerung zur Verfügung. Die Messwerte können auch an eine Protokollier- oder Anzeigeeinrichtung weitergegeben werden.

Neben der Anordnung an jeder Zelle sind auch Sensoren über den Polen bestimmter Gruppen von Batteriezellen zu spannen, dass trotzdem Messwerte für jede Zelle ermittelbar sind. Dies wird nachfolgend mit Hilfe der Zeichnung Fig. 5a und Fig. 5b am Beispiel erklärt.

Die Sensoren können prinzipiell vielfältige Messgrößen aufnehmen, die Beiträge zur Beschreibung des Zellenzustandes liefern. Es kann eine oder mehrere Messgrößen je Zelle erfasst werden.

Die Art der Messgröße und das Wirkungsprinzip der Wandlung der Größe in ein elektrisches Signal ist nicht Gegenstand der Erfindung. Erfindungsrelevant ist die Kombination der Erfassungseinrichtung (Sensor) und der Übertragungseinrichtung, hinzu kommen ggf. weitere Einrichtungen in der Zellschaltung und Verfahren, diese zu benutzen.

Zur Illustration dessen, dass viele Größen für eine Batterieüberwachung von Interesse sein können, seien ohne Anspruch auf Vollständigkeit genannt:

- a) Gleichspannung zwischen den Polen der Zellen ohne oder nur mit hochohmiger Last
- b) Gleichspannung bei Zellenbelastung durch veränderlichen, im typischen Bereich liegenden Lade- oder Entladestrom (bei normaler Ladung oder Entladung) oder während außergewöhnlichem Hochstrom (Schockladung, Hochstromentladung)
- c) Gleichspannung bei Zellenbelastung mit zu Messzwecken eingestellten Strömen (Messlaststrom oder Messladestrom)
- d) Gleichspannung in bestimmten Phasen der Lade-/Entladezyklen oder in Erholungszyklen
- e) Zeitraum bis zum Erreichen einer Referenzspannung oder für das Überstreichen einer Referenzspannungsdifferenz gegenüber der aktuellen Spannung

- f) Spannungsabfall, Strom oder Widerstand beim Einspeisen einer externen Spannungs- oder Stromquelle in eine Zelle oder Zellengruppe zu Messzwecken, insbesondere von der Zellenschaltung ausgehend
- g) Wechselspannung beim Anlegen einer Wechselspannung/eines Wechselstroms an die Gesamtbatte⁵rie
- h) wie c), d), e) und f) jedoch unter Benutzung von Wechselgrößen mit einer konstanten oder veränderlichen Frequenz oder mit mehreren Frequenzanteilen
- i) Temperatur im räumlichen Bereich jeder Zelle, z.B. des Elektrolyten oder der Elektroden
- 10 j) Elektrolyt-Füllstand und Elektrolyt-Dichte (z.B. durch die induktiv erfasste Eintauchtiefe von Schwimmkörpern)

In besonderen Anwendungsfällen können als Messgrößen hinzu kommen:

- k) Druck durch Gasbildung (bei gasdicht geschlossenen Systemen)
- 15 l) Zählung, Zeitdauer-Registrierung von Öffnungsereignissen von Überdruckventilen
- m) Messung des Dielektrizitätswertes des Elektrolyten (z.B. drahtlose Kapazitätsmessungen)
- n) Erfassung der Gaskonzentrationen über dem Elektrolyten (z.B. durch chemische Gassensoren oder durch die Änderung der Schall-Leitung)
- 20 o) Gasblasenbildung und Sieden im Elektrolyten über Dielektrizitäts- oder Dichtemessung sowie optische Erfassung
- p) Schallereignisse durch Blasenbildung oder chemisch rekombinierende Gasverpuffungen
- q) Farb- und Lichtdurchlässigkeitsveränderungen des Elektrolyten, ggf. unter Zusatz von farblichen Indikatoren (z.B. für den ph-Wert).
- 25 r) Massebestimmung an den Elektroden (z.B. durch schalltechnische Modalanalysen oder Elektroden-/Plattenwiegevorrichtungen)
- s) Bestimmung des Umfangs von Ablagerungen auf dem Zellenboden und an den Wänden durch optische oder schalltechnische Mittel
- 30 t) Viskositätsänderung bei zähflüssigen oder Gel-Elektrolyten (z.B. durch die Energieaufnahme eines eintauchenden Schallgebers).

- u) Gesamtzellenmasse (z.B. durch Gewichtskraftsensoren am Zellenboden oder Zellaufhängungen als Maß für aktuelle Elektrolytfüllung)
- v) Temperatur, Leitfähigkeit, Feuchte und andere elektrisch günstig erfassbare Größen an einem die gebildeten Gase rekombinierenden chemischen Katalysator innerhalb
5 der Zelle
- w) Erfassung der Verformungen der Zellenwandung oder besonders dafür ausgebildeten Teilen dieses Zellengehäuses, insbesondere bei gasdichten Zellen (z.B. bei Druckanstieg membranartige auswölbende Verschlusskappen) oder als Übertemperaturindikator für bei thermoplastischen Kunststoffgehäusen
- 10 x) Messung von Strahlungswerten an einem oder verschiedenen Orten der Zelle (z.B. bei radioaktiver Markierung der elektrochemischen aktiven Bestandteile zur Bestimmung der Änderung der räumlichen Verteilung in Abhängigkeit vom Zellenzustand)
- y) Zellenstrom, insbesondere bei eher parallel geschalteten Zellen und während der
15 Anwendung von Ladungsausgleichsverfahren
- z) sowie viele weitere Parameter und Messgrößen, die an der Zelle aufzunehmen sind.

Bei in Reihe geschalteten Zellen ist eine Strommessung nur über der Gesamtbatterie sinnvoll. Dazu bedarf es keiner Messung an jeder Zelle. Werden jedoch Strompfade
20 individuell zu den Zellen parallel geschaltet, ist eine Strommessung auch an der einzelnen Zelle von Wert. Einfacher als der Strom durch die Zelle ist der typisch kleinere Strom auf den zusätzlichen, schaltbaren Strompfaden messbar.

Die Strommessung des Batteriegesamtstroms ist möglich, aber oftmals nicht einfach. Ein
25 eingefügter Widerstand für einen Spannungsabfall ist allgemein nur ungünstig dimensionierbar. Entweder werden Verluste und Strombegrenzungen durch größer gewählte Widerstände hingenommen, oder es müssen sehr kleine Spannungsabfälle gemessen werden.

Statt dessen sind induktiv angekoppelte Strommessungen möglich, wenn pulsierende Lasten vorliegen. Es sind außerdem empfindliche Halbleiter-Magnetfeldsensoren verfügbar, um auf Wege über das Magnetfeld eines stromführenden Leiters auch größere nahezu konstante Gleichströme zu messen. Aus dem Batterie-Gesamtstrom und die Strömen auf den Parallelpfaden sind die Zellenströme errechenbar.

Der Zwang kostengünstige Sensorschaltungen zu realisieren, schränkt die Vielzahl der erwähnten Messgrößen schnell auf wenige Größen ein. Typisch gewählt werden Zellen-spannungen und Temperatur. Hinzu kommt schon seltener die Druckerfassung.

Der Zellenfüllstand und die besonders aussagefähige Angabe der Elektrolytdichte ist auf elektronischem Weg eher indirekt zu erfassen. Es bietet sich die kapazitive Messung durch Beeinflussung eines Wechselfeldes bei diesen Größen an, zumal meist ohnehin hochfrequent sendende Schaltungsteile realisiert werden.

Intensive Gasbildung in den Zellen ist nicht erwünscht, dieses kann dem Batterie-managementsystem in der Art einer Alarmfunktion gemeldet werden.

Die drahtlosen Sensoren können dazu Gaskonzentrationen, Druckänderungen oder Blasenbildung erfassen. Die Farbe des Elektrolyten signalisiert bei Zusatz eines Indikators den ph-Wert, sie kann mittels mehrfarbiger Lichtquellen und/oder farbsensitiver Licht-sensoren gut erfasst werden. Dieses kann eine Zellschaltung in der Zelle oder eine über einem lichtdurchlässigen Fenster in der Zelle angeordnete Schaltung durchführen.

Die Zellschaltung und die Zentralschaltung kann sich für die drahtlose Datenübertragung verschiedener Verfahren bedienen. Besonders vorteilhaft realisierbar sind eine Funkübertragung oder eine überwiegend induktive Übertragung durch magnetische Wechselfelder. Die Information ist dabei in der Amplituden, der Phasen oder der Frequenz des Wechselsignals moduliert. Bevorzugt werden die Messwerte digitalcodiert übertragen, die Sendungen verschiedener Zellen können im Zeitschlitz-Verfahren (Time-Sharing), durch Frequenzmanagement oder durch orthogonale Spreizcodes in das Spektrum vor Beeinflussung geschützt werden.

Neben der Funkübertragung ist außerdem die Übertragung durch Licht oder Schall möglich, wenn es die Werkstoffe der Batterie und die Einsatzumgebung der Batterie zulassen.

- 5 Das Vorliegen von Störbeeinflussungen (z.B. Funkstörungen, Schall) oder konstruktiv bedingte Abschirmungen (metallische Kapselung) können für die Wahl des Übertragungsmediums entwurfsbestimmend sein.

- 10 So kann beispielsweise eine Anordnung der Zellschaltung im Zelleninnern - umgeben von leitfähiger Elektrolytflüssigkeit - für eine optische oder Schallübertragung sprechen.

Die drahtlose Signalübertragung erfolgt in der Mehrzahl der Ausführungen über den Freiraum (die sog. Luftstrecke) in und um die Batterie herum. Es können aber auch durchlässige Werkstoffe in diesem Bereich durchdrungen werden.

- 15 Es ist aber auch eine gezielte hochfrequente Signaleinkoppelung in die leitenden Strukturen der Batterie möglich. Das Signal kann sich dann bis zu den Polen der Gesamtbatterie oder zu einem anderen Auskoppelort fortpflanzen (die sog. Polstrecke).

- 20 Die Zellschaltungen können zur Funktion individuell, als Gruppe oder für die gesamte Batterie von Wake-up-Signal zur Vollfunktion aufgeweckt werden und zwischenzeitlich in einen energiesparenden Schlafmodus verfallen. Sie können aber auch durch Adressierung einzeln angesprochen werden. Eine Abfrage kann zyklisch oder im Bedarfsfall erfolgen. Auch nicht synchronisierte Kommunikationsformen, in denen sich die Zellschaltungen selbsttätig melden, sind möglich. Dann muss eine Kollisionsbehandlung die
- 25 Signale auf der Übertragungsstrecke realisiert werden.

- Die Datenübertragung in beiden Richtungen - von der Zellschaltung zum Zentralsystem und umgekehrt - ist kennzeichnend für die typische Kommunikation. Für das
- 30 Grundprinzip der Lösung hinreichend ist die Datenrichtung von der Zelle abgehend.

Signale, die von allen Zellschaltungen empfangen werden (wie das Wake-up-Signal oder Synchronisationssignale), können auch auf anderen Wege über die ganze Batterie vermittelt werden. Dieses kann beispielsweise durch Ladestromimpulse oder durch Lastmodulation auf der Polstrecke erfolgen.

5

Allgemein können unterschiedliche Übertragungskanäle oder Medien für die beiden Datenrichtungen benutzt werden. Denkbar ist auch, dass die Zellschaltungen autark ohne die Zentralschaltung untereinander kommunizieren und Daten anderer Zellen als Relaisstationen weiterreichen.

10

Bisher ist nur in wenigen Ausnahmefälle jede Zelle einer hochwertigen, größeren Akkumulatorenbatterie an Messwert-Erfassungssysteme angeschlossen worden. Insbesondere durch die Verkabelung und die Sensorik war der Aufwand aus Kosten- oder Platzgründen nicht herstellbar. Ein konventionell verdrahtet arbeitendes Messsystem würde zu kompliziert und stör anfällig. Mit der Anzahl der Batteriezellen – also bei steigenden Batterie-Nennspannungen – steigt zwar der Aufwand weiter an, das Erfassen der Einzelzelle wird jedoch noch stärker anstrengenswert.

15

Die Werte, die ein großer Akkumulator, z.B. als Antriebsbatterie, als Telefonnetz-
batterie oder zur Notstromversorgung darstellt, sind beträchtlich. Die Lebensdauer ist ein wichtiger Kostenfaktor, die durch einen verbesserten Lade- und Entlade-Betrieb erhöht wird. Die Zuverlässigkeit kann außerdem erhöht werden. Der Zustand einzelner Zellen kann, dann dabei einfach berücksichtigt werden, wenn er automatisch vermessen werden kann. Es wird möglich eine vorzeitig gealterte Zelle zu erkennen und gesondert zu behandeln. Durch gezielte Warnmeldung kann auf die empfehlenswerte Wartung einzelner Zellen hingewiesen werden, sodass die Wartungszyklen mit Prüfung sämtlicher Zellen durch eine Fachkraft verlängert werden können.

20
25

Schließlich kann die effektive Ladekapazität des Akkumulators genauer eingeschätzt werden.

30

Bei größeren Akkumulatoren ist der anteilige Energiebedarf für die Zellschaltungen sehr gering, der effektive Batteriekapazitäts-Verlust ist vernachlässigbar und wird durch den Gewinn des verbesserten Batteriemanagements mehr als ausgeglichen.

- 5 Als Antriebsbatterie für Elektrofahrzeuge (Transportwagen, Schlepper, Gabelstapler aber auch Straßenfahrzeuge) kommen heute in der Mehrzahl Blei-Batterien zum Einsatz. Seltener werden Nickel-Cadmium-Batterien, die Nickel-Metallhydrid-Batterie, die Natrium-Schwefel-Batterie, die Natrium-Nickelchlorid-Batterie, die Zink-Brom-Batterie und neuerdings auch Lithium-Batterien verwendet.

- 10 Batterie-Nennspannungen zwischen 24 und 120 Volt sind ebenso typisch, wie Reihenschaltungen von 16 bis 80 Zellen.

- 15 Häufig kommen bereits controllergesteuerte Ladegeräte zum Einsatz. Moderne Fahr- antriebs-Steuerungen sind mit Leistungselektronik, Messtechnik und Mikrocontrollern ausgestattet. Für ein Serienfahrzeug sprechen aber wiederum der Aufwand und die Störanfälligkeit gegen den Zugang zu jeder Zelle. Bisher ist auch keine verdrahtete Lösung verbreitet

- 20 Automatische Systeme sollen den sicheren, wirtschaftlichen und komfortablen Betrieb der Antriebsbatterie sicherstellen. Die Kosten einer Antriebsbatterie können zwischen 10 und 50 Prozent der Fahrzeugkosten darstellen, nicht selten viele tausend Euro. Oft werden mehrere Batterien pro Fahrzeug benötigt, die Lebensdauer kann unter der Fahrzeuglebensdauer liegen.

- 25 Verbesserungen des Batteriemanagements sind bereits dann von hohem Interesse, wenn durch sie Kostensenkungen im Prozentbereich zu erreichen wären.

- 30 Neben der Optimierung des Batteriebetriebs, der Verlängerung der Lebensdauer, der Verringerung des Wartungsaufwands, der Erhöhung der Verfügbarkeit und der entnehmbaren Ladung stellt sich eine weitere wichtige Aufgabe:

In dieser Anwendung soll der Fahrer über den Batteriezustand – d.h. die verbleibende Batteriekapazität – ausreichend genau und zuverlässig informiert werden, was viele Messwerte und treffsichere Modellierungen erfordert.

- 5 In vielen Fällen soll der Batteriebetrieb automatisch dokumentiert werden. Die Datenhistorie kann ebenfalls wichtiges Optimierungsmittel des Batteriebetriebes sein. Insbesondere können Bewertungen abgeleitet werden.

- 10 Ein wichtiges Kriterium im Fahrzeug ist zusätzlich eine Optimierung der Beziehung zwischen effektiv nutzbarer Batteriekapazität und notwendiger Batteriemasse.

- 15 Die Erfindung bringt die kostengünstige Möglichkeit, erhebliche messtechnische Fortschritte zu erreichen. Vorstellbar sind auch Nachrüstsätze von Sensormodulen, welche jeweils oben auf den Zellen zwischen den Polanschlüssen aufsetzen. Mit diesen extern aufsetzbaren Baugruppen braucht die Konstruktion der Batterien nicht oder nur unwesentlich verändert werden. Die Sensoren können in Batteriezellen konstruktiv mit einbezogen werden, dann sind auch die Parameter des Elektrolyten günstiger zu erfassen.

- 20 Eine Ladungsbalancierung ist insbesondere in der Zeit der Erhaltungsladung nach der Aufladung günstig, dann sind nur geringe Ströme zu steuern. Dieses vereinfacht die entsprechenden Schaltungsteile.

- 25 In sehr hohen Stückzahlen wird die als Autobatterie bekannte Kombination von Starter- und Pufferbatterie in Kraftfahrzeugen eingesetzt. Herkömmlich ist nur der Blei-Akkumulator wirtschaftlich. Es werden Zellenpakete eingesetzt, die etwa 6-7, 12-14 oder 24-27 Volt liefern. Trotz der hohen technischen Reife dieses Massenproduktes sind mehrere Autobatterien während einer normalen Fahrzeug-Lebensdauer notwendig.

Der elektrische Energiebedarf im PKW steigt beständig, infolge dessen stehen gravierende Änderungen des Bordnetzes an. Ein wichtiger Schritt ist die Versorgung mit verschiedenen Spannungsebenen. Im Zuge der absehbaren Erhöhung eines Teiles der Bordnetzspannungen bis auf 42 V kann eine Trennung von Starter- und Pufferbatterie
5 erfolgen.

Für die Zuverlässigkeit nicht unproblematisch erscheint die erhöhte Zahl von Zellen, wenn ein Teil des Bordnetzes unmittelbar auf dem Spannungsniveau 42 V gepuffert werden sollte.

10 Wird man gezwungen, die Zellenzahl niedrig zu halten, kommen der Aufwand und die Energieverluste der Aufwärts-Spannungswandlung – letztlich ein gewisser Kraftstoffmehrverbrauch - hinzu.

15 Technisch sind zahlreiche Ansatzpunkte sowohl für die kombinierten Starter-/Pufferbatterien als auch für die getrennten Batterien zu finden, in denen die erfindungsgemäßen Lösungen sehr vorteilhaft eingesetzt werden können.

Es finden sich bei genauer Betrachtung der neuen Bordnetze Betriebsarten, in denen
20 zwischen den Spannungsebenen und den Batterien des Bordnetzes erhebliche Energiemengen verschoben worden. Eine Zellenüberwachung kann diesen Vorgang optimieren helfen.

Die zellenorientierte Batterieüberwachung kann solche Vorgänge als Notlauffunktion
25 beim drohenden Versagen einer der Batterien präventiv anstoßen und den kritischen Zustand dem Fahrer melden.

Die Schriften DE 199 64 057 A1 oder DE 199 64 018 A1 schlagen den Zeitraum für das Eintreten einer Spannungsdifferenz bei bekanntem Lade- oder Entladungsstrom als Indi-
30 kation für Frühausfall einer ganzen (Auto-)Batterie vor.

Mit Hilfe der Zellenschaltung und den Parallstrompfaden ist jetzt vergleichbares über jeder beliebigen Zelle, insbesondere aber über einer als kritisch erkannten durchführbar.

5 Markenhersteller werben mit Wartungsfreiheit und langer Lebensdauer der Batterie, sie rechtfertigen damit erhöhte Preise am Markt.

Oft werden Garantiezusagen – z.B. im Rahmen von Mobilitätsgarantien des Autoherstellers – über sehr lange Zeiten getätigt. Garantieleistungen infolge plötzlicher Batteriefrühausfälle sind mit erheblichen Kosten – wahrscheinlich ein Mehrfaches der Ersatzkosten der Batterie selbst – verbunden. Daher hat der Aspekt der Ausfallprädiktion und Wartungsunterstützung erhebliche Bedeutung.

10

Die erfindungsgemäßen Lösungen können dazu beitragen, zum einen die Zuverlässigkeit von Autobatterien durch optimierten Betrieb zu erhöhen und zum anderen der Werkstatt oder dem Fahrer sehr zielsichere Ausfallprognosen zu geben.

15

Eine Refinanzierung des Aufwandes von Einzelzellenüberwachung und Ladungsbalancierung bei Batterien für Verbrennungskraftfahrzeuge sollte in erster Linie über die Effekte der Zuverlässigkeitserhöhung angestrebt werden. Von der Batterie-Optimierung, insbesondere durch Massesenkung, Senkung von Kapazitäts-Reserven und/oder Lebensdauerverlängerung, werden jedoch auch nicht vernachlässigbare Teilbeiträge erwartet.

20

Ein Einsatzfall der Lösung ist die Ausschaltung der Brandgefährdung durch Batterieenergie in der Unfallsituation oder bei sonstigen Defekten des Bordnetzes. Mindestens ein Automobilhersteller hat – vom Crashsensor ausgelöst – sich selbsttätig zerlegende Batterieanschlusskabel in der Serie eingesetzt. Eine drahtlose Auslösung der Überbrückungsschalter in den Zellenschaltungen könnte vergleichbares bewirken. Außerdem ist die eine nicht plausible Stromentnahme in der Sondersituation des Unfalls oder im Ruhezustand gut erfassbar, was als ein Kriterium für Havarie-Abschaltvorgänge dienen kann.

25

30

Bei den Autobatterien besteht die Chance, sofort gewaltige Stückzahlen pro Jahr zu erreichen. In diesem Fall sind die Integrationsvorteile der Mikroelektronik voll zur Geltung zu bringen, um extreme niedrige Kosten zu erreichen. Dies ist wiederum Voraussetzung für eine Anwendung der Lösungen für dieses Produkt.

Die erfindungsgemäße Lösung ist günstig in das für hochfrequente Felder durchlässige Kunststoffgehäuse von Autobatterien einzubringen. Die Zentralschaltung als drahtloser Kommunikationspartner zu den Zellsensoren wird typisch im Motorraum - also für viele Fahrzeugtypen in Batterienähe - angeordnet. Viele Erfahrungen aus der Entwicklung der drahtlosen Reifensensoren sind sinngemäß zu übertragen. Es kann auch eine kombinierte Nutzung von einigen zentralen Baugruppen (Antennen, Empfänger, Sender ..) für beide Systeme erfolgen.

Die elektronische Batteriekennzeichnung (Typ, Hersteller, Daten, Alter, Garantiezeit, Serien- oder Registriernummer), die Protokollierung gewisser Betriebs- und Wartungsdaten (wie Anzahl der Startversuche bei bestimmten Temperaturen oder Datum der letzten Wartung) kann sinnvoll sein. Die Kennzeichnung mit einem konventionellen Datenspeicher zeigt die Druckschrift EP 0746 895 B1 bzw. DE 694 25 759 T2. Es können aber auch elektrische Parameter (wie Kennlinien) eingespeichert werden, die einen „maßgeschneiderten“ Ladebetrieb zulassen.

Diese Daten sind in die vorgeschlagenen Zellschaltungen mit integriertem Mikrocontroller aus der oder den Pkw-Batterie(n) ohne nennenswerten Mehraufwand drahtlos einspeicherbar und auslesbar. Hinzu tritt, dass auch Parameter für jede Zelle individuell berücksichtigt werden können. Dieses Auslesen der Kenndaten kann während der Fahrzeuginspektion oder als Kommunikationsvorgang in der Hochlaufphase der Fahrzeugelektronik beim Start des Fahrzeuges erfolgen.

Der Servicecomputer einer Fachwerkstatt oder einer Überprüfungsinstanz (TÜV) ebenso wie eine besondere Bedienfunktion am Fahrerdisplay können detaillierte oder zusammenfassend verarbeitete Messwerte und andere Daten ausgeben, die den Zellschaltungen

entnommen werden.

Um die Vielfalt potentieller Anwendungen zu illustrieren - nicht jedoch um Vollständigkeit zu erreichen - seien nachfolgend zunächst Anwendungsfelder aufgezählt, bei denen eine verbesserte Batterienutzung durch die vorgeschlagenen Lösungen wirtschaftlich

5 besonders interessant sein kann:

- Antriebsbatterien für Landfahrzeuge (siehe auch Absatz oben)
- Waggon-Batterien von Eisen-, Straßen- und U-Bahnen
- Schiffs-Batterien (z.B. für Hilfsdiesel, Notruder und Funkanlagen)
- Antriebsbatterien für Untersee-Boote und andere Elektroboote
- 10 - ortsfeste Großakkumulatoren, (z.B. in unterbrechungsfreien Stromversorgungen, große Notstromanlagen, für Kraftwerke und Telefonsysteme)
- Starter-, Puffer- und Funkbatterien für Luftfahrzeuge
- Raumfahrt- und Satellitenbatterien
- Pufferbatterien für Solaranlagen und Windkraftanlagen
- 15 - Batterien für Mobilfunk-Basis- und Relais-Stationen, insbesondere für zukünftige mobile Zusatz- und Spitzenlaststationen
- Akkumulatoren für Seezeichen und Funknavigationssendern
- Akkumulatoren bei Funk- und Radarrelaisstationen

20 Diskutiert wurde bereits die Anwendung in der Automobilbatterie für Verbrennungsantriebe. Hier sind noch nicht alle wirtschaftliche Fragen für die Lösung noch nicht bestimmbar. Ähnlich sind kleinere Batterien zu betrachten – als Beispiel werden genannt:

- Kameraakkumulatoren
- Mobiltelefonakkumulatoren
- 25 - Akkumulatoren für tragbare Computer
- Akkumulatoren für Elektrowerkzeuge

Sehr optimistisch vorausschauend ist auch ein Batteriemanagement von gewöhnlichen Primärbatterien vorstellbar, jedoch nur mit einer extrem kostengünstigen Sensorik und

30 Übertragungstechnik. Die Zellschaltungen werden dort als Bestandteil in die Batterie

voll integriert.

In bestimmten Sonderfällen hat die Verbesserung der Ausfallprognose höchste Bedeutung, dann sind die höheren Kosten dafür unterzuordnen. In diesen Sonderfällen werden Batterien ohne Gebrauch häufig sehr lange gelagert. Das Wechseln der Batterien erfolgt in zyklischen Abständen mit hohen Sicherheitsreserven weit unterhalb der im Mittel zu erwartenden Lebensdauer. Die erfindungsgemäßen Lösungen können dazu beitragen die Zuverlässigkeit der verwendeten Batterien trotz längerer Lagerzeit zu erhöhen und vor Ausfällen sicherer zu warnen. Für diese Sonderfälle kommen Primärbatterien - seltener Akkumulatoren - zum Einsatz. Als Beispiele seien aufgezählt:

- 10 - Not- und Rettungssendern (z.B. für Schiffe und Flugzeuge)
- Notlichtern, Notsignalen und Notfallfahrzeugen
- Alarmanlagen
- militärischen Geräten (Raketen, Flugkörper, Geschosse, Zünder, Torpedos)
- medizinischen Geräten

15

Die Lösungen können auch für Hochtemperaturbatterien (Thermalbatterien), insbesondere zur Messung von Spannung und Temperatur benutzt werden. Sie können ebenfalls in Batterien mit nachträglicher Elektrolytbeigabe Verwendung finden.

20

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen, Varianten und Verwendungsmöglichkeiten sind in den folgenden Zeichnungen und in den Ansprüchen aufgezeigt.

25

Einige Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden nachfolgend näher beschrieben. Dazu werden zunächst allgemeine Erläuterungen gegeben.

In den neun Abbildungen sind schematisch die folgenden Übersichtsdarstellungen und Lösungsbeispiele gezeigt:

30 Fig. 1 ein Beispiel der Anwendung des Lösungsprinzips und der Komponenten

- Fig. 2 der Einsatz des Lösungsprinzips für eine mittelgroße Batterie
- Fig. 3 verschiedene Gestaltungen der Zellschaltungen und deren Klemmen
- Fig. 4 der Vorgang einer Batterieüberwachung (bidirektionale Übertragung)
- Fig. 5a eine Verschaltung der Sensoren über Zellengruppen als Beispiel
- 5 Fig. 5b ein weiteres Beispiel dazu
- Fig. 6 eine Kleinbatterie mit zylindrischer Zelle und eine dazu passende Antenne
- Fig. 7 eine größere Akkumulatoren-Zelle mit Zellschaltung im Zelleninneren
- Fig. 8 eine Kleinbatterie aus mehreren zylindrischen Zellen, jede besitzt im Kopf eine Zellschaltung als Mikrochip und eine Spulenantenne
- 10 Fig. 9 das Blockschaltbild einer einfachen Zellschaltung
- Fig. 10 das Blockschaltbild einer Zellschaltung mit zusätzlicher Temperaturmessung
- Fig. 11 das Blockschaltbild der Zellschaltung mit Adressierungs- oder Wake-up-Signal
- 15 Fig. 12 das Blockschaltbild einer Zellschaltung mit Polzuleitung als Antenne
- Fig. 13 das Blockschaltbild einer Zellschaltung mit steuerbarem Strompfad
- Fig. 14 das Blockschaltbild einer Zellschaltung mit Überbrückung der Zelle

Die Abbildung Fig. 1 zeigt ein Beispiel der Anwendung des Lösungsprinzips in typischer Ausführungsform. Insbesondere sind wichtige Systemkomponenten gezeichnet.

Dargestellt ist der obere Teil von zwei separaten Batteriezellen (1) einer größeren Akkumulatorenbatterie mit ihren Polanschlüssen (2). An den Polanschlüssen (2) sind die Polklemmen (3) befestigt. Die Polklemmen (3) verbinden über flexible oder starre Leiter (4) die Zellen. In der Regel sind die Zellen in Reihe geschaltet, d.h. der Minuspol einer Zelle wird mit dem Pluspol der nächsten Zelle verbunden. Statt dessen gibt es Polanschlüsse und Polklemmen zum Anschluss der Gesamtbatterie jeweils an der ersten und letzten Zelle bei einer Reihenschaltung.

Lösungsgemäß wird hier eine weitere Klemme – die Sensorklemme (6) – an jeden Pol angeschlossen. Zwischen diesen Klemmen befindet sich über einfache Leitungen ver-

bunden die Zellenschaltung (5).

Im Beispiel sind hier Schrauben (7) als Befestigung für die Klemmen gewählt. Viele andere elektrisch leitende Verbindungen bekannter Art (Stecker, Rasten, Klemmen, Löt-, Klebe- oder Schweißverbindungen u.a.) an dieser Stelle verwendbar, die Lösung wird nicht durch die Art der elektromechanischen Anschlussausführung berührt. Für größere konventionelle Akkumulatoren ist im allgemeinen eine lösbare Verbindung zu bevorzugen.

Das zentrale System (10), das mit den Zellenschaltungen kommuniziert, ist hier nur schematisch gezeichnet. Es verfügt hier über eine Antenne und eine Anschlussleitung zu einem übergeordneten System, beispielsweise zu einer automatischen Ladestation oder zu einer Fahrmotorsteuerung. Eine Füll- und Kontrollöffnung (9) je Zelle und ein passender Verschlussstopfen (8) ist bei nichtgasdichten Akkumulatoren auf deren Oberseite üblich. Die Module mit der Zellenschaltung könne diese Teile als mechanische Halterung ausnutzen.

Die Abbildung Fig. 2 zeigt beispielhaft eine mittelgroße Batterie (11) mit 24 Zellen (12).

Jede Zelle besitzt eine Füll- und Kontrollöffnung, die durch einen Schraubstopfen (12) verschlossen ist. Die Polanschlüsse der Zellen sind durch Polklemmen und -verbinder (14) so verbunden, dass die Zellen in Reihe geschaltet sind.

Zwischen die Polen jeder Zelle sind Zellenschaltungen (16) jeweils als Modul in kompakter Bauform montiert. Sie sind mit den Sensorklemmen (15) an den Polanschlüssen befestigt. Hier dargestellt sind als Beispiel eine klammerartige Verbindungen, bei denen eine elastische Verformung eines bügelartigen Teils kraftschlüssig die Polanschlüsse teilweise umschließt. Diese Klammerverbindungen bilden eine mechanische Halterung der Zellenschaltungen (16) und die elektrischen Anschlüsse. Die Sensoren können so nachträglich auf die Batterien aufgesteckt werden. In anderer Ausführung könnten sie in die Batteriekonstruktion oder die Polausführung miteinbezogen sein. Schematisch ist das

zentrale System (17) gezeichnet.

Die Abbildung **Fig. 3** veranschaulicht verschiedene Gestaltungen der Zellschaltungen und deren Klemmen sowie eine Auswahl verschiedener Verbindungsmöglichkeiten und Steckerformen.

5 Zwei Batteriezellen (18) eines größeren Akkumulators sind mit ihren Polanschlüssen (19) und starren Polverbindern (20) gezeichnet. Jede Zelle kann eine Füll- und Kontrollöffnung mit Schraubstopfen (21) besitzen.

- 10 Auf den Polen der rechten Zelle sind mit Schrauben (29) befestigte Anschluss-Ösen gezeichnet, die überwiegend einer Unterlegscheibe gleichen, jedoch einen abgehenden Flachstecker (28) an einer Seite aufweisen. Auf diese Stecker werden die Flachsteckverbinder-Buchsen (27) aufgesteckt. Diese Buchsen sind mit flexiblen Leitungen zur Zellschaltung (23) verbunden. Derartige Flachsteckverbinder sind beispielsweise in der
- 15 Automobilelektrik sehr verbreitet.

Auf den Polen der linken Zelle werden halbmondförmige Klammern als Sensorklemmen (24 und 25), in der Art von sogenannten Polschuhen aufgesetzt. Sie können als kraftschlüssige Federelemente aufgesteckt oder dauerhaft verpresst werden. Eine konische

20 Gestaltung (größerer Durchmesser oben) kann gegen Abrutschen nach oben sichern.

Das Modul mit der Zellschaltung (22) ist konstruktiv auf der einen Klammer (25) untergebracht. Zur anderen Klammer (24) führt eine Leitung mit einer Flachsteckerverbindung (26).

25 Als weitere Bauformen der Sensorklemmen sind hier nicht gezeichnete Verbindungen durch Schrauben, schließende Klemmringe, Federklemmen, Rasterschellen und ähnliches möglich, wenn die Zellschaltungen nachträglich aufgesetzt werden sollen.

- 30 Werden die Zellschaltungen bereits bei der Batterieherstellung eingebaut die konstruk-

tive Anschlussgestaltung in erster Linie zum Herstellprozess der Batterie passen.

Die Zeichnung **Fig. 4** stellt als Beispiel den Vorgang einer Batterieüberwachung bei einer Batterie-Wartung dar. Das Überwachungssystem (30) ist hier als Handgerät gezeichnet. Auch ortsfeste Anordnungen oder eingebaute Lösungen sind gleichfalls bevorzugte Ausführungsvarianten. Das Überwachungssystem verfügt hier über eine Antenne (31) für einen niedrigen Frequenzbereich (hier als Spule gezeichnet) und eine weitere Antenne (32) für einen hohen Frequenzbereich (hier als Dipol gezeichnet). Bei gleichen oder nicht zu stark verschiedenen Frequenzbereichen für Sendung und Empfang kann nur eine Antenne verwendet werden. Besonders breitbandige Antennenbauformen sind möglich.

Die Antennen sind mit einer Sende-, Empfangs-, Speicher- und Verarbeitungsschaltung (33) verbunden. Hier kann ein Mikrocontroller die notwendigen Steuerfunktionen übernehmen. Bei einem Handgerät ist es sehr vorteilhaft, dass eine Anzeigeeinheit (34) aktuelle Werte und den Fortschritt des Messvorgangs anzeigt.

Im allgemeinen erfolgen Datenübertragungen in zwei Richtungen. In der einen Übertragungsrichtung (35) von den Zellschaltungen zum Überwachungssystem werden z.B. Messwerte, Kennungen oder Zwischenspeicherinhalte übergeben. Die andere Übertragungsrichtung (36) vom Überwachungssystem zu den Zellschaltungen überträgt z.B. Adressen, Weck-Signale, Abfrageaufforderungen, Lesequittungen, Zeit- und Synchronisierungsinformationen.

Auf der dargestellten Batterie (38) ist über jede Zelle – die mittels Polverbindern (39) in Reihe geschaltet sind – jeweils eine Zellschaltung (37) als drahtloser Sensor geschaltet. Nacheinander werden die Messwerte jeder Zelle abgefragt.

Die Abbildungen **Fig. 5a** und **Fig. 5b** stellen Beispiele einer Verschaltung der Zellschaltungen über Zellengruppen dar. Dieses dient nicht der Einsparung von Zellschaltungen. Es sind weiterhin mindestens genauso viele Zellschaltungen wie Zellen vor-

handen. Neben eventuellen konstruktiven Vorteilen durch günstige Lage der Polanschlüsse ist für die Verschaltung über Zellengruppen vor allem die höhere Versorgungsspannung für die einzelne Zellschaltung maßgebliche Ursache für diese Ausführungsvariante.

5

Dadurch kann auf eine interne Spannungserhöhung in der Zellschaltung verzichtet werden, falls die Betriebsspannung der Zellschaltung über der (im ungünstigsten Fall gelieferten) Zellenspannung liegen muss.

- 10 Es soll hier am Beispiel der Abbildungen gezeigt werden, dass die Zellschaltungen über eine Gruppe von Zellen geführt werden können und dass dennoch ein Messwert von einer Einzelzelle einfach ermittelt werden kann.

- 15 In den Zeichnungen ist je eine Batterie mit sechs Zellen dargestellt. Die Zellen sind mit den Buchstaben A bis F bezeichnet. Jeweils über zwei benachbarten Zellen (AB, BC, CD, DE, EF) ist je eine Zellschaltung als drahtloser Sensor (40) geschaltet.

Außerdem ist in der Abbildung Fig. 5a eine Zellschaltung (41) so geschaltet, dass der Messwert über die Zellen A bis F gemeinsam ermittelt wird.

20

Ohne Einschränkung der Allgemeinheit der Art der Messgrößen sei zur Vereinfachung angenommen, dass sich die Messwerte bei einer Reihenschaltung addieren. Also bestimmt die erste Zellschaltung (ganz links) den

25

Messwert AB = Messwert der Zelle A + Messwert der Zelle B.

Die nächste Zellschaltung rechts ermittelt den

Messwert BC = Messwert der Zelle B + Messwert der Zelle C

30

usw. bis zum Messwert EF.

Der 'Gesamt-Sensor' (41) bestimmt den

$$\text{Messwert ABCDEF} = \text{Messwert der Zelle A} + \dots + \text{Messwert der Zelle F}$$

Mit einfachen Rechenregeln lässt sich dieses Gleichungssystem nach den einzelnen Messwerten der Zellen A bis F umstellen. Diese Werte kann ein Mikrocontroller im Batteriemanagementsystem jeweils nach einer Abfrage der Sensoren als einfache Differenzen ausrechnen.

Die Anordnung lt. Zeichnung **Fig. 5b** benutzt anstelle des über die gesamte Batterie geschalteten Sensors einen über drei Zellen geschalteten Sensor.

Das zuvor erläuterte Gleichungssystem enthält nun anstelle der Gleichung für den Messwert ABCDEF, eine andere für den Messwert ABC:

$$\text{Messwert ABC} = \text{Messwert der Zelle A} + \text{Messwert der Zelle B} + \text{Messwert der Zelle C}$$

Das Gleichungssystem ist ebenso nach dem Messwert A bis Messwert F auflösbar. Von Vorteil gegenüber Fig. 8a kann die nicht zu stark unterschiedliche Spannung über zwei oder drei Zellen sein, sodass sich sämtliche Zellschaltungen gleichartig auslegen lassen.

Die Abbildung **Fig. 6** zeigt als ein Ausführungsbeispiel eine Kleinbatterie mit zylindrischer Zelle und eine dazu passende Antenne. Die zylindrische Batteriezelle ist in einem Elektrodenbecher (43) für eine übliche genormte Bauform einer Primärzelle oder Akkumulatorenzelle eingeschlossen.

Beide Pole (44) (am Boden des Bechers und dem gegenüberliegend) besitzen neben den Kontaktflächen zusätzliche Anschlüsse. An ihnen angeschlossen befindet sich die spulenartige Antenne (46) und die Zellschaltung (45). Letztere ist im wesentlichen als

monolithischer Mikrochip ausgeführt.

Die umschließende Schutz- und Isolierhülle (47) ist durchlässig für elektromagnetische Wechselfelder.

5 Die Abbildung Fig. 7 zeigt als ein Ausführungsbeispiel eine Zelle eines größeren Akkumulators mit einer Anordnung der Zellschaltung im Zelleninnenraum. Die Elektrodenplatten der positiven (48) und der negativen Elektrode (49) bilden jeweils einen sich gegenüberliegenden Plattensatz. Die Platten jedes Satzes sind durch Platten-

10 verbindner (50) und (51) (auch Stege genannt) miteinander verbunden.
An diesen Plattenverbindern befinden sich der Anschluss des positiven (52) bzw. des negativen Poles (53). Diese Anschlüsse ragen nach oben durch das Zellengehäuse. Zwischen diesen Anschlüssen, z.B. zwischen den Plattenverbindern ist die Zellschaltung (56) auf einem streifenförmigen Steg (54) aus zwei Metallteilen befestigt. Bevor-

15 zugt ist hier der Plattenwerkstoff einzusetzen. Die Zellschaltung (56) ist ummantelt durch ein Gehäuse aus Kunststoff, Glas, Keramikwerkstoffen oder dergleichen. Dieses Gehäuse verbindet zugleich eine Trennstelle des Stegs (54) mechanisch, ist jedoch elektrisch isolierend. Die beiden metallischen Stegteile bilden neben der Zuleitung für die Polspannung auch eine Dipolantenne. Sie sind am Ende zu den Polen hin durch eine In-

20 duktivität (55) abgeschlossen. Sie ist hier als Ferritperle gezeichnet kann aber auch als gewöhnliche Drosselspule oder als sogenannte gedruckte Spule ausgeführt werden. Dieser induktive Abschluss lässt den Gleichstrom passieren, trennt jedoch die hoch-

25 Das Zellengehäuse (57) ist bis über die Platten mit Elektrolyt (58) gefüllt (starke Säure oder Base). Daher müssten die elektronischen Baugruppen in chemisch beständigen und dichten Ummantelungen eingeschlossen werden, auch der Steg muss hinreichend robust ausgeführt werden.

30 Die Abbildung Fig. 8 zeigt eine konventionelle Kleinbatterie, eine sog. Flachbatterie aus mehreren zylindrischen Zellen. Eine gemeinsame Hülle (59) aus Pappe oder Kunststoff, oft gefüllt mit einer Vergussmasse (z.B. Bitumen) hält die zylindrischen Zellen als

Blöck zusammen.

Die Gesamtbatterie hat flache Anschlüsse (60) in Form von Metallblechstreifen, einer stellt den Kontakt zur Becherelektrode (61) der linken Zelle her, der andere die Polkappe (65) der Stabelektrode (64) der rechten Zelle. Dazwischen liegen die Zellen in
5 Reihe geschaltet.

Die Becherelektroden (61) einer Zelle sind mit den Stabelektroden (64) der nächsten (hier jeweils linken) Zelle verbunden. Die Verbindung geschieht über die Polkappen (65) mittels angelöteter metallischer Polverbinder (66).

10

Auf den Polkappen (65) befinden sich auf einer zusätzlichen Lasche als Mikrochip integrierte Zellschaltung (67). Sie ist außerdem an der Becherelektrode (81) angeschlossen. Jedoch ist der Anschlussdraht (68) nicht direkt geradlinig geführt sondern als Spule, d.h. er bildet eine Antenne für Wechselfelder mit relativ niedriger Frequenz.

15

Jede Zelle ist durch eine für die Wechselfelder durchlässige Hülle (82) umschlossen. Im Inneren der Hülle (82) befindet sich im unteren Teil die Becherelektrode (61) und die Elektrolytmasse (63).

20

Die Zeichnung Fig. 9 zeigt ein Blockschaltbild einer einfachen Zellschaltung. Es kann hier z.B. die Kleinnenspannung im Betrieb mit und ohne Last- bzw. Ladestrom gemessen werden. Von den Sensorklemmen (69) führen Polzuleitungen zum Sensor als Gesamtbauteil (70). Im Sensor werden die Polspannungen verteilt (71 und 72) und zur Spannungsversorgungs-komponente (73) und zur Schaltung für die Messwertermittlung (77) geführt. Die Spannungsversorgung (73) erzeugt eine stabilisierte, ggf. erhöhte Versorgungsspannung für die weiteren Schaltungsteile. Diese Spannung wird durch Leitungen (75 und 76) zugeführt.

25

30

Außerdem erzeugt die Spannungsversorgung (73) eine genau stabilisierte Referenzspannung (74) für die Messwertermittlung (77). Dort kann eine A/D Wandlung der Spannung zwischen den Punkten (71) und (72) in Bezug auf eine Referenzspannung gesche-

hen.

Die Messdaten werden an eine zentrale Steuereinheit (79) der Zellschaltung über eine Leitung (38) weitergegeben. Diese Steuereinheit kann ein festverdrahtetes digitales Steuerwerk oder eine Mikrocontroller-Schaltung sein. Geeignete hochintegrierte und preiswerte Controller sind aus der Transpondertechnik oder von den kontaktlosen Chip-

5 karten bekannt und am Markt verfügbar.

Als Beispiel erwähnt werden sollen die 8-bit-Controller der Produktfamilie 'Starc' des Herstellers Philips Semiconductors. In sehr kostengünstiger und energieeffizienter Form

10 werden auch Empfänger, Sender und A/D-Wandlung integriert angeboten.

Die Steuereinheit (79) bereitet die Daten auf, speichert zwischen und kontrolliert den zeitlichen Funktionsablauf des Sensors. Sollen Daten ausgesendet werden, so erfolgt eine

15 Weiterleitung (80) an die Sendeeinrichtung (81). Die Sendeeinrichtung strahlt die Daten in geeigneter Modulation einer Trägerfrequenz über eine Antenne (82) ab. Die Antenne hat den Erfordernissen des benutzten Frequenzbereiches zu genügen und kann günstig in die Sensorbaugruppe eingebracht werden. Es können bevorzugt Monopol- oder Dipolantennen bzw. Spulen benutzt werden. Alternativ kann auch eine Leucht- oder Laser-

20 diode für eine optische Aussendung oder ein Schallsender benutzt werden.

Die Abbildung Fig. 10 zeigt das Blockschaltbild einer Zellschaltung mit zusätzlicher Temperaturmessung.

25 Das Schaltbild hat Abbildung Fig. 9 als Grundlage, nur die hinzukommenden Teile und Funktionen werden hier erläutert.

Die Spannungsversorgung erzeugt eine weitere Referenzspannung (83), sie wird in einem Schaltungsteil zur Temperatur-Messwertermittlung (85) mit dem Ausgangswert

30 des Temperaturmessfühlers (84) verglichen. Es bieten sich hier Heiß- oder Kaltleiter

insbesondere aber auf den Chip integrierbare Halbleiterelemente an.

Von der Messwertermittlung (85) erfolgt eine Weiterleitung (86) an die Steuereinheit (79). Die Steuereinheit kann die Temperatur-Messwerte an das Überwachungssystem weitergeben und/oder selbst für die Wertekorrektur (Temperaturkompensation) der
5 anderen Messwerte verwenden.

Wieder kann eine A/D-Wandlung bezogen auf die zweite Referenzspannung (83) eingesetzt werden. Wenn die Schaltungen der A/D-Wandlung es zulassen, können statt der Referenzspannungen (74) und (83) nur eine gemeinsame verwendet werden.

10

In anderen Schaltungsvarianten ist auch ein Multiplexbetrieb nur eines A/D Wandler möglich, weil typischerweise keiner der Messwerte sehr schnelle Änderungen erfährt.

15

Die Abbildung Fig. 11 zeigt das Blockschaltbild einer Zellschaltung mit einem zusätzlich empfangenen Adressierungs- oder Aufweck-Signal (Wake-up-Signal).

Das Schaltbild hat Abbildung Fig. 9 als Grundlage, nur die hinzukommenden Teile und Funktionen werden hier erläutert.

20

Eine Empfangsantenne (87) nimmt das vom Zentralsystem ausgesandte Signal auf.

Wenn ein anderer Frequenzbereich für diese Übertragungsrichtung genutzt wird, kann die Empfangsantenne eine andere Bauart aufweisen. Hier ist das als Spule für sehr niedrige Frequenzen angedeutet.

25

Eine Empfangsschaltung (88) bereitet die Antennensignale auf, so dass ein einzelnes binäres Signal oder Datenworte (89) an die Steuereinheit (79) weitergegeben werden.

30

Dieses kann die Schaltung aus einem energiesparenden Schlafzustand zur Vollfunktion aufwecken oder die Messwerterfassung bzw. die Datenaussendung provozieren.

An die Zellschaltungen können in einer Initialisierungsprozedur jeweils verschiedene Adressen vergeben werden. Das Zentralsystem wird dann während der Initialisierung über diese Adresskennungen und die Zuordnung zu den Zellen belehrt.

5

Die Abbildung Fig. 12 zeigt das Blockschaltbild einer Zellschaltung, welche die Polzuleitungen auch als Antenne nutzt.

10

Das Schaltbild hat Abbildung Fig. 11 als Grundlage, nur die hinzukommenden Teile und Funktionen werden hier erläutert.

An den Enden der beiden Polzuleitungen vor den Polklemmen (69) und optional vor der Zellschaltung befinden sich Induktivitäten (90) als Entkopplungsstellen.

15

Die Zuleitung wird als Antenne von der Sendeeinrichtung (81) gespeist, kann aber genauso als Empfangsantenne dienen. Diese Entkopplungsstellen sind hier als Ferritperle gezeichnet. Aber auch andere Bauformen kommen zur Anwendung, wie eine gewöhnliche Drosselspule mit Kern, eine Luftspule, eine gedruckte Spule, eine mehrfach gefädelte Perle oder auch nur besondere Geometrie der Leiterführung.

20

Da die Übertragungsfrequenzen bekannt sind, kann die Anschlussleitung in der Länge und Geometrie so ausgelegt sein, dass die Antenne einen guten Wirkungsgrad erreicht.

25

Die Entkopplung lässt den Gleichstrom der Zelle durch, trennt jedoch die Antenne gut von der eigentlichen Batterie ab. Es kann auch nur eine Zuleitung als Antenne benutzt werden.

30

Die Abbildung Fig. 13 zeigt das Blockschaltbild einer Zellschaltung mit steuerbarem Strompfad parallel zu den Polen der Zelle.

Auch dieses Schaltbild hat Abbildung Fig. 11 als Grundlage. Die Ansteuerleitung (91) steuert das Schalterbauelement (92) für den zu den Polen parallel liegendem Strompfad. Der Strom wird im einfachsten Fall durch einen Widerstand (93) begrenzt.

Die Strombegrenzung wird sicherlich meistens durch ein elektronisches Bauelement vorgenommen werden, das dann den Schalter (92) und den Widerstand (93) ersetzt.

Es kann dadurch der Strom stufenlos gestellt werden. Das Bauelement kann eine Kennlinie mit einer Schwellspannung bis unter die typische Zellenspannung aufweisen. Vorteilhaft ist ein pulsierender bzw. schnell geschalteter Betrieb möglich.

Mit diesem Strompfad kann eine Zelle auch gezielt entladen werden, beispielsweise um dem sogenannten Memory-Effekt entgegenzuwirken.

Die Abbildung **Fig. 14** zeigt das Blockschaltbild einer Zellschaltung mit einem Überbrückungsschalter, einem sogenannten Bypass-Element.

Das Schaltbild und die Funktion gleichen der Abbildung Fig. 12.

Anstelle des schaltbaren Strompfades tritt hier jedoch ein Hochstromschalter (94) der die Zelle – im allg. irreversibel - kurzschließt, wenn dieses durch das Batteriemanagement kommandiert wird.

Damit ist bei einem Zellenversagen – z.B. durch frühe Alterung oder mechanische Beschädigung - eine verminderte Restfunktion der Batterie anstelle des Totalausfalls zu erhalten. Der Hochstromschalter kann als elektronisches Bauelement (z.B. Thyristor oder Feldeffekttransistor) ausgebildet werden. Eine Überlastung des Hochstromschalters ist dann unproblematisch, wenn die thermische Zerstörung nur sicher zum Kurzschluss führt. Beispielsweise kann ein Zusammenschmelzen der Anschlüsse konstruktiv oder

durch besondere Halbleitereigenschaften sichergestellt werden.

Zusammenfassend schlägt die beschriebene Erfindung vor, jede Zelle einer Batterie von einem drahtlosen Sensor überwachen zu lassen. Insbesondere sollen mikroelektronisch hochintegrierte Sensoren, Aufbereitungs- und Übertragungssysteme verwendet werden.

5

Der Verdrahtungsaufwand konventioneller Lösungen entfällt. Die Lösung ermöglichen die zellenweise Überwachung auch in Anwendungen, in denen dieses bisher aus Aufwandsgründen nicht möglich war.

- 10 Die Lösung kann u.a. vorteilhaft die Lade- und Betriebssteuerung und die Wartung von Batteriesystemen verbessern. Der Zustand von Batterien, hinsichtlich aktueller Ladekapazität und Lebenserwartung kann besser eingeschätzt werden. Die Zuverlässigkeit von Batteriesystemen kann erhöht werden.

- 15 Es werden somit Lösungen vorgeschlagen, um Batterien zellenweise messtechnisch zu überwachen und die Ladung zellenweise zu steuern. Die bisher dazu notwendigen, sehr aufwendigen Zuleitungen entfallen durch drahtlose Messwertübertragung bzw. die drahtlose ausgelöste Ladungsbeeinflussung. Zu diesem Zweck werden kompakte Schaltungsmodule zwischen den Polen der Batteriezellen eingesetzt. Die Erfindung eignet sich für
- 20 einen automatischen Betrieb sowohl während des Lade- und des Entladevorgangs als auch während der Lagerung und bei der Wartung.

- In vielen Anwendungen wird es durch die Lösungen wirtschaftlich vertretbar, die Daten der einzelnen Zellen laufend zu ermitteln. Dadurch kann die Batteriezustandsbeurteilung
- 25 verbessert werden. Der Zellenzustand der Batteriezellen kann verbessert ausgeglichen werden, was die effektive Lebensdauer der Batterie erhöht.

LISTE DER BEZUGSZEICHEN ZU DEN ZEICHNUNGEN

- | | | |
|----|------|--|
| | (1) | Batteriezellen |
| 5 | (2) | Polanschlüsse |
| | (3) | Polklemmen |
| | (4) | Polanschluss- und -verbindungsleitung |
| | (5) | drahtloser Sensor |
| | (6) | Sensorklemme |
| 10 | (7) | Befestigungsmittel (hier Schrauben) |
| | (8) | Verschlussstopfen |
| | (9) | Füll- und Kontrollöffnung |
| | (10) | Sender und Empfänger des drahtlosen Überwachungssystems |
| | (11) | mittelgroße Batterie |
| 15 | (12) | Batteriezellen (hier 24 Stück) |
| | (13) | Schraubstopfen |
| | (14) | Polverbinder |
| | (15) | Sensorklemmen |
| | (16) | drahtlose Sensoren |
| 20 | (17) | Sender und Empfänger des drahtlosen Überwachungssystems |
| | (18) | Batteriezellen |
| | (19) | Polanschlüsse |
| | (20) | Polverbinder |
| | (21) | Füllöffnung |
| 25 | (22) | Zellenschaltung |
| | (23) | Sensorklemme mit Flachstecker-Anschluss |
| | (24) | Sensorklemme mit konstruktiv integriertem Sensor |
| | (25) | Flachsteckverbinder (Buchse) als einseitiger Sensoranschluss |
| | (26) | Flachsteckverbinder (Buchsen) als beidseitige Sensoranschlüsse |
| 30 | (27) | Flachsteckverbinder (Stecker) als Polanschlüsse |

- (28) Klemmschraube an den Polen
- (29) Überwachungssystem (hier Handgerät)
- (30) Antenne (Spule für niedrige Frequenzen)
- (31) Antenne (Dipol für höhere Frequenzen)
- 5 (32) Sende-, Empfangs-, Speicher- und Verarbeitungsschaltung
- (33) Anzeigeeinheit
- (34) Übertragung von den Zellschaltungen abgehend (Messwerte, Kennungsdaten, ...)
- (35) Übertragung vom Überwachungssystem abgehend (Adressen, Wake-up-Signale, Abfrageaufforderungen, Lesequittungen, ...)
- 10 (36) drahtloser Sensor
- (37) Batterie (hier bestehend aus 6 Zellen)
- (38) Batteriepole mit Polverbindern
- (39) drahtlose Sensoren, jeweils über zwei in Reihe benachbarte Zellen geschaltet
- 15 (40) drahtloser Sensor, über die Gesamtbatterie geschaltet
- (41) drahtloser Sensor, über drei in Reihe liegende benachbarte Zellen geschaltet
- (42) zylindrische Batteriezelle (Primär oder Sekundärzelle)
- 20 (43) Polkontakte der Zelle mit zusätzlichen Anschlüssen für den Management-Chip (45)
- (44) Zellenmanagement-Chip
- (45) zylindrische Antennenspule
- (46) Schutz und Isolierhülle (HF-durchlässig)
- 25 (47) Plattensatz der positiven Elektrode
- (48) Plattensatz der negativen Elektrode
- (49) Plattenverbinder der positiven Elektrode
- (50) Plattenverbinder der negativen Elektrode
- (51) positiver Polanschluss
- 30 (52) negativer Polanschluss

- (54) rechter und linker Teil der Anschlussleitung des Zellemanagements, zgl. Antenne
- (55) Hochfrequenzsperren (z.B. Drosseln oder Ferritperlen)
- (56) Zellenmanagement-Chip mit chemisch stabilem Vergussgehäuse
- 5 (57) Zellengehäuse (Kunststoff oder Glas)
- (58) Elektrolyt
- (59) Batteriehülle, Pappe oder Kunststoff, gefüllt mit Vergussmasse (z.B. Bitumen)
- (60) Polanschlüsse der Gesamtbatterie
- 10 (61) zylindrischer Elektrodenbecher (z.B. Zink)
- (62) zylindrische Isolierhülle einer Zelle (Kunststoff oder Pappe)
- (63) Elektrolyt (z.B. Braunsteinmasse)
- (64) stiftförmige Elektrode (z.B. Kohle)
- (65) metallische Polkappe
- 15 (66) Polverbinder zwischen den Zellen im Innern der Batterie
- (67) Zellenmanagement-Chip
- (68) Antenne und zgl. Polanschlussleitung für (67)
- (69) Sensorklemmen mit Polzuleitungen
- (70) Sensor als Gesamtbauteil
- 20 (71) Verteilung einer Polspannung zu (33) und (37)
- (72) Verteilung der anderen Polspannung zu (33) und (37)
- (73) Spannungsversorgung
- (74) Referenzspannung
- (75) Versorgungsspannung
- 25 (76) Versorgungsspannung
- (77) Messwertermittlung (hier u.a. A/D Wandlung bezogen auf Referenzspannung)
- (78) Messdaten-Weiterleitung
- (79) Steuereinheit des Sensors (hier mit Messdatenaufbereitung und Zwischenspeicherung)
- 30

- (80) Sendedaten-Weiterleitung
- (81) Sendeeinheit
- (82) Antenne
- (83) Referenzspannung (hier zweite Referenzspannung)
- 5 (84) Temperaturmesselement
- (85) Temperatur-Messwertermittlung
- (86) Temperatur-Messdaten-Weiterleitung
- (87) Empfangsantenne (hier Spule für induktive Einkopplung)
- (88) Empfangsschaltung
- 10 (89) Empfangsdaten-Weiterleitung
- (90) Polanschlussleitung und zgl. Antennenteil
- (91) optionale Hochfrequenz-Entkopplung (Sperrfunktion, z.B. Drossel oder Ferritperle)
- (92) Steuerleitung für Parallelstrompfad bzw. für Überbrückungsschalter
- 15 (93) elektronischer Schalter oder Stellglied für den Parallelstrompfad
- (94) Strombegrenzer (opt. veränderlich durch Signal auf (91))
- (95) elektronischer Überbrückungsschalter (Bypass, irreversibel bei Hochstrom schließend)

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren für das automatische Management von Batterien, aufgebaut aus Batteriezellen,
dadurch gekennzeichnet,
dass
 - 5 a) mehrere Zellschaltungen die Messwerterhebung von physikalischen Größen an der Zelle und eine drahtlose Übertragung durchführen,
 - b) die Zellschaltungen sich räumlich verteilt jeweils an den Batteriezellen befinden,
 - c) die Zellschaltungen an den Polen der Zellen elektrisch angeschlossen sind.
- 10 2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Merkmal nach Anspruch 1b) die konstruktive Integration der Zellschaltung in den Zellaufbau mit einbezieht.
- 15 3. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Merkmal nach Anspruch 1b) die Lage der Zellschaltung im Zelleninneren mit einbezieht.
- 20 4. Verfahren nach Anspruch 1,
zusätzlich dadurch gekennzeichnet,
dass die Zellschaltungen neben den in Anspruch 1a) genannten Funktionen auch der individuellen Ladungsbeeinflussung der Zellen dienen.

5. Verfahren nach Anspruch 4,

zusätzlich dadurch gekennzeichnet,

dass die Zellschaltungen zur Ladungsbeeinflussung gesteuerte Strompfade über einzelnen Zellen bzw. Zellgruppen schalten können.

5

6. Verfahren nach Anspruch 4,

zusätzlich dadurch gekennzeichnet,

- a) dass die Zellschaltungen zur Ladungsbeeinflussung kleinere Energiespeicher (Kondensatoren oder Induktivitäten) über ausgewählten Zellen bzw. Zellgruppen vom Ladestrom durch die Batterie mit aufladen,
- b) damit zeitweise eine erhöhte Ladespannung erzeugt wird,
- c) um damit Zustandsunterschiede durch gezielte zusätzliche Ladung bzw. Entladung einzelner Zellen auszugleichen.

10

15 7. Verfahren nach Anspruch 4,

zusätzlich dadurch gekennzeichnet,

- a) dass die Zellschaltungen steuerbar einschaltbare Gleichrichter dazu besitzen,
- b) um bei Wechselstromzufuhr durch die Batterie im eingeschalteten Zustand wahlfrei einzelne Zellen mit einer zusätzlich erzeugten Gleichkomponente zuladen,
- c) während Zellen ohne eingeschaltete Gleichrichter keine wesentliche - zumindestens aber eine erheblich abweichende - Ladungsbeeinflussung durch den Wechselstrom erfahren.

20

25 8. Verfahren nach Anspruch 4,

zusätzlich dadurch gekennzeichnet,

dass von einem zentralen System drahtlos Kommandos für die Ladungssteuerung zu den Zellschaltungen vermittelt werden.

9. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass zumindest zwischen die Pole einer jeden Zelle genau eine Zellschaltung geschaltet ist.

5

10. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

a) dass über die Pole von ausgewählten Gruppen von Zellen jeweils eine Zellschaltung geschaltet ist,

10

b) dass jede Zelle Mitglied zumindest zweier dieser Gruppen ist und

c) dass aus mehreren von den Zellschaltungen ermittelten Messwerten für die Gruppen durch Differenzbildung die Messwerte der einzelnen Zellen bestimmt werden.

15

11. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass von der Zellschaltung die Dichte und/oder der Füllstand des Elektrolyten über die davon abhängige Beeinflussung einer hochfrequenten Aussendung der Zellschaltung bestimmt wird.

20

12. Verfahren nach Anspruch 8,

dadurch gekennzeichnet,

dass die hochfrequente Aussendung des Sensors zu Messzwecken in wesentlichen Parametern mit der zu Übertragungszwecken übereinstimmt.

25

13. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Zellschaltung sich zeitlich nicht synchronisiert und/oder zeitlich zufällig mit Daten aussenden.

14. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Sensoren sich zeitlich nacheinander geordnet vom Zentralsystem abgefragt werden.

5

15. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Sensoren vom Überwachungssystem durch dafür bestimmte Signale

- einzeln adressiert werden und/oder
- zur Vollfunktion aufgeweckt werden und/oder
- zur Ausführung von Messungen aufgefordert werden und/oder
- eine Messwertübertragung abgefordert wird.

10

16. Verfahren nach Anspruch 1,

15. dadurch gekennzeichnet,

dass die Zellschaltungen mehrere Messwerte zwischenspeichern und gemeinsam zum zentralen System übergeben.

17. Verfahren nach Anspruch 1,

20 dadurch gekennzeichnet,

dass die Zellschaltungen mehrere Messwerte zusammenfassen, verarbeiten und die Ergebnisdaten zum zentralen System übergeben.

18. Verfahren nach Anspruch 1,

25 dadurch gekennzeichnet,

dass das Zentralsystem eine Zeit- und Synchronisationsinformation an die Zellschaltung aussendet.

19. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass eine Kommunikation der Zellschaltungen unmittelbar ohne die Beteiligung eines zentralen Systems untereinander erfolgt.

5

20. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Zellschaltungen die Daten anderer Zellschaltungen und/oder eines zentralen Systems und/oder eines externen Schreib/Lesemittels (Terminal) weitergeben.

10

21. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass zumindest eine der Zellschaltungen wesentliche Funktionen des Batterie-managements für die ganze Batterie übernimmt.

15

22. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

- a) dass die Datenübertragung durch mindestens eines der folgenden Verfahren überwiegend im Freiraum und den nicht abschirmenden Werkstoffen im Umfeld des Batteriegehäuses erfolgt:
- b) hochfrequente Funkübertragung, durch ein elektromagnetisches Wechselfeld
- c) induktive Übertragung, überwiegend durch magnetische Übertragung
- d) Übertragung durch Lichtsignale, insbesondere Infrarotsignale
- e) Übertragung durch Schallsignale, insbesondere Ultraschallsignale

20

25

23. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

- a) dass die Datenübertragung durch mindestens eines der folgenden
- b) Verfahren überwiegend durch die Batteriebestandteile hindurch bzw. unter Benutzung derselben erfolgt:
- c) Übertragung durch Wechselströme aus geeigneten Frequenzbereichen entlang von einigen der leitfähigen Teile und Strukturen (wie Pole, Polverbinder und -anschlüsse) der Batteriezellen,
- d) hochfrequente Übertragung durch elektromagnetische Wechselfelder und -ströme durch die nichtleitfähigen Strukturen und Hohlräume der Batterie
- e) induktive Übertragung, überwiegend durch magnetische Signaleinkopplung
- f) Übertragung mittels Lichtsignalen durch lichtdurchlässige Batteriekomponenten, Gehäuseteile und lichtleitende Komponenten
- g) Übertragung durch Schallsignale unter zumindest teilweiser Schallanregung und Schallleitung von Batteriekomponenten, Batteriehalterungen, Gehäusen, Stützteilen, Karosserieteilen und dergleichen

24. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

- 20 dass die Übertragung mindestens eines der folgenden Verfahren nutzt
- a) Amplituden, Phasen- oder Frequenzmodulation, insbesondere digitale Modulationen
- b) Spreizbandverfahren
- c) Zeitschlitzverfahren oder komplexere Timesharing-Steuerungen
- 25 d) Frequenzsprungverfahren
- e) Antikollisionsverfahren.

25. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass neben Daten, die den Zellenzustand betreffen, auch Kennungsdaten (Registriernummer, Typinformationen, Herstellercodes, Datum, Wartungs-
5 information, spezifische elektrische Typparameter) von den Zellenschaltung drahtlos abgegeben werden.

26. Anordnung zum Durchführen des Verfahrens für das automatische Batteriemanagement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

10 dadurch gekennzeichnet,

- a) dass mehrere Zellenschaltungen an den Batteriezellen vorhanden sind,
- b) die über Einrichtungen zur drahtlosen Übertragung verfügen,
- c) dass diese an den Polen der Batteriezellen elektrisch angeschlossen sind.

15 27. Anordnung nach Anspruch 26,

dadurch gekennzeichnet,

dass mindestens eine zentrale Einrichtung zur drahtlosen Aufnahme von Messwerten vorhanden ist.

20 28. Zellenschaltung für eine Anordnung für das automatische Batteriemanagement nach Anspruch 26 oder 27,

dadurch gekennzeichnet,

dass sie zumindestens einen Mikrochip und eine Antenne umfasst.

25 29. Zellenschaltung für eine Anordnung für das automatische Batteriemanagement nach Anspruch 26 oder 27,

dadurch gekennzeichnet,

- a) dass sie zumindestens teilweise im Innern der Batteriezellen angeordnet ist
- b) und zumindestens teilweise in robuste und chemisch beständige
30 Ummantelungen eingeschlossen ist.

30. Zellschaltung für eine Anordnung für das automatische Batteriemanagement nach Anspruch 26 oder 27,
dadurch gekennzeichnet,
dass zumindest eine ihrer Anschlussleitungen und zumindest eine der Antennen
5 der Zellschaltungen eine bauliche Einheit bilden.

31. Zellschaltung für eine Anordnung für das automatische Batteriemanagement nach Anspruch 26 oder 27,
dadurch gekennzeichnet,
10 dass zumindest eine ihrer Anschlussleitungen Hochfrequenz-Entkopplungsglieder aufweist.

32. Zellschaltung für eine Anordnung für das automatische Batteriemanagement nach Anspruch 26 oder 27,
15 dadurch gekennzeichnet,
dass zumindest zeitweise ein für jede Zelle individuell gesteuerter Strompfad zwischen den Polen geschaltet wird.

33. Zellschaltung für eine Anordnung für das automatische Batteriemanagement nach Anspruch 26 oder 27,
20 dadurch gekennzeichnet,
dass zumindest ein steuerbar auslösbarer Überbrückungsschalter zwischen den Polen der Zellen einen niederohmigen Kurzschluss reversibel bzw. irreversibel herstellt.

25 34. Zellschaltung nach einem der Ansprüche 32 bzw. 33,
dadurch gekennzeichnet,
dass das zur Steuerung des Strompfades bzw. der Überbrückung ein Halbleiterbauelement eingesetzt wird.

35. Zellschaltung nach einem der Ansprüche 33 bzw. 34,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Überbrückung aller Zellen zur Vermeidung einer Brandgefahr drahtlos ausgelöst
5 wird.
36. Zellschaltung für eine Anordnung für das automatische Batteriemanagement nach
Anspruch 26 oder 27,
dadurch gekennzeichnet,
10 dass ein mit einem Kondensator oder einer Induktivität ausgebildeter elektrischer
Energiespeicher zum gesteuerten Herstellen eines individuellen Ladungsausgleiches
zwischen den Zellen vorhanden ist.
37. Zellschaltung für eine Anordnung für das automatische Batteriemanagement nach
15 Anspruch 26 oder 27,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein wahlfrei steuerbarer Gleichrichter zum gesteuerten Beeinflussen der
individuellen Ladung der Zellen vorhanden ist,
- 20 38. System nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass es anstelle bei einer Batterie aus elektrochemischen Zellen bei einer anderen in
gleichartige Komponenten gegliederten Energiequelle verwendet wird und anstelle des
Batteriemanagements das Management (insbesondere Überwachung, Betriebssteuerung
25 und/oder Bypass) der anderen Energiequelle tritt.
39. System nach Anspruch 38,
dadurch gekennzeichnet,
dass die in gleichartige Komponenten gegliederte andere Energiequelle eine Anordnung
30 von Solarzellen ist.

40. System nach Anspruch 38,

dadurch gekennzeichnet,

dass die in gleichartige Komponenten gegliederte andere Energiequelle eine Anordnung von Brennstoffzellen ist.

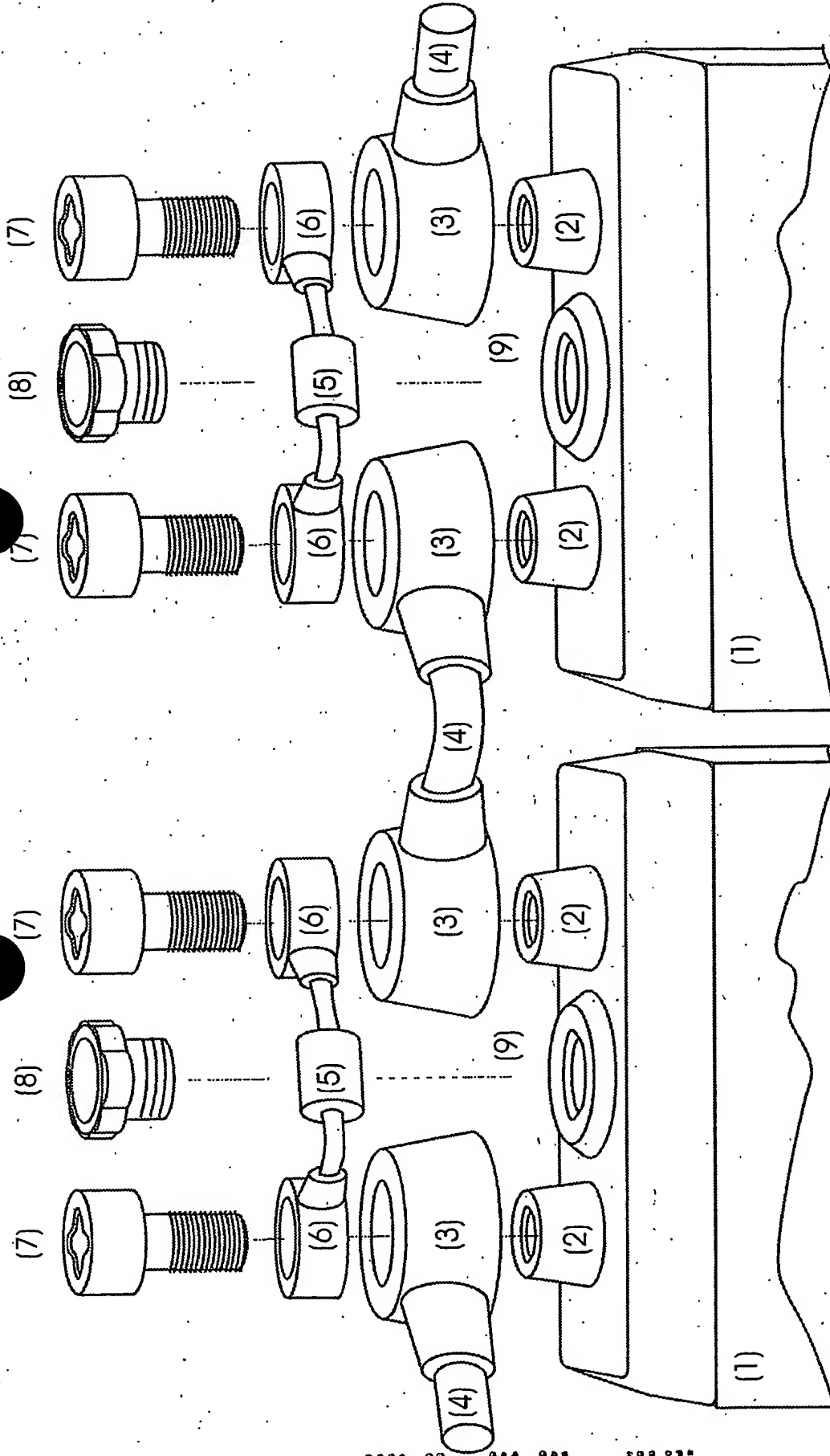


Fig. 1

Continued

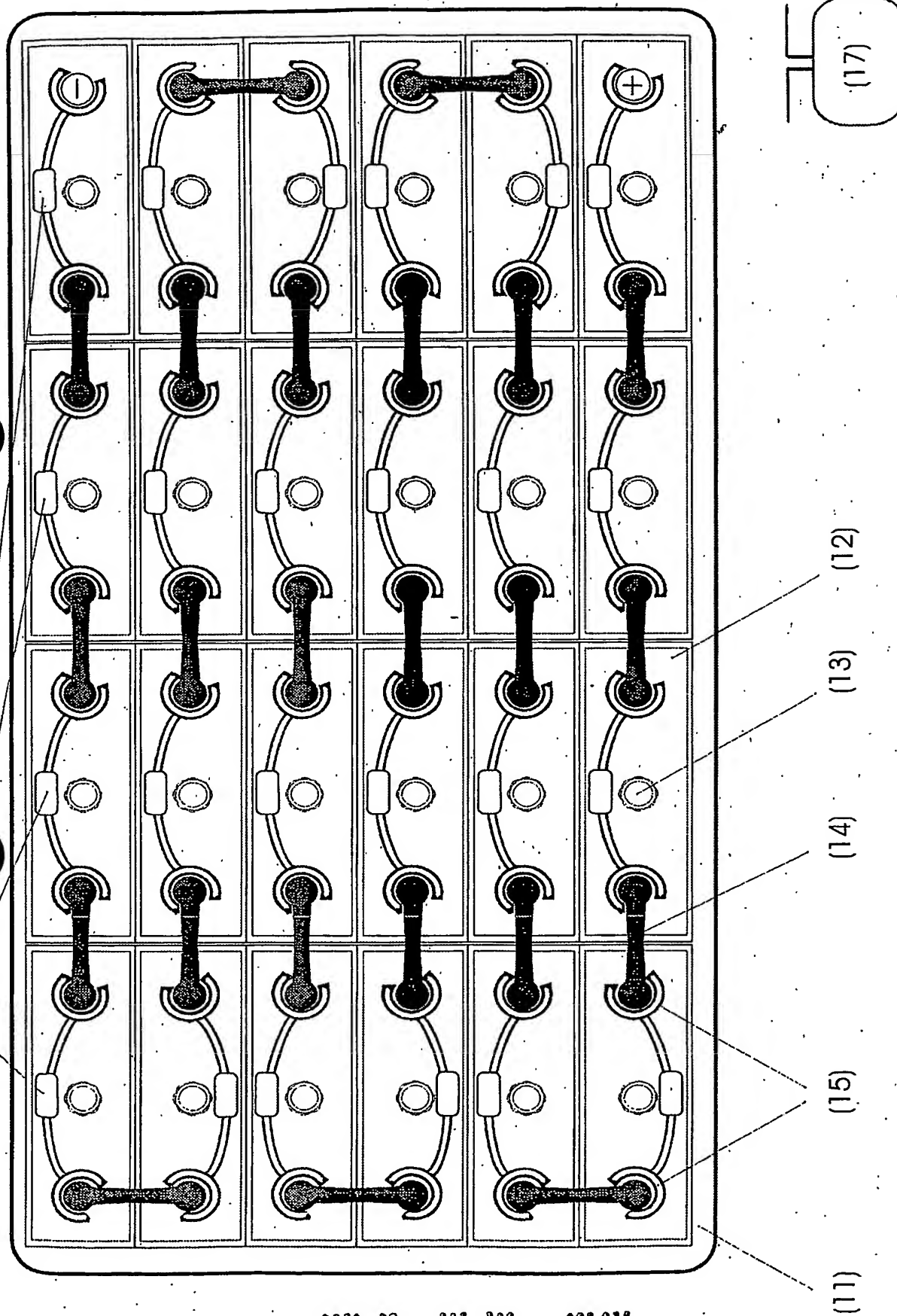


Fig. 2

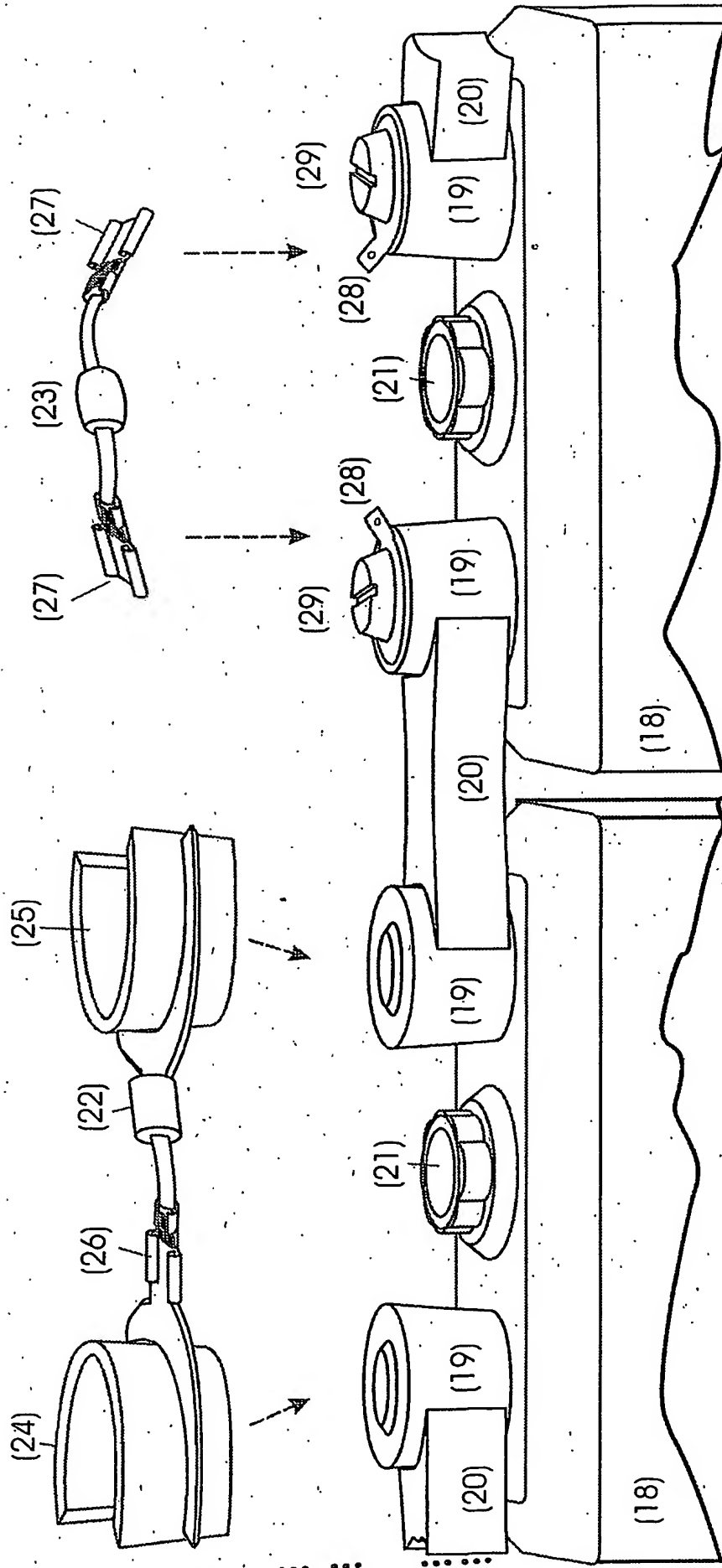


Fig. 3

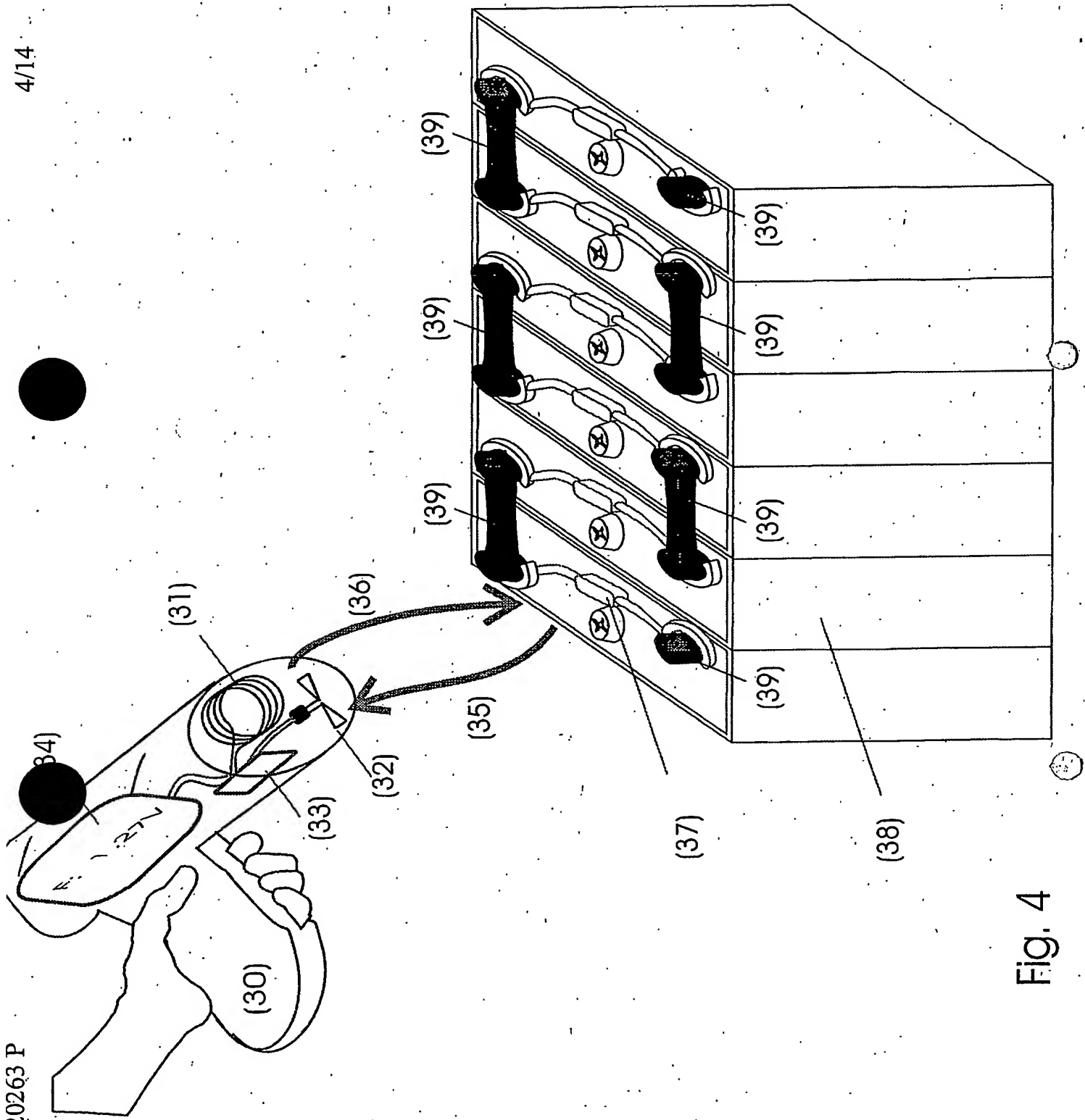


Fig. 4

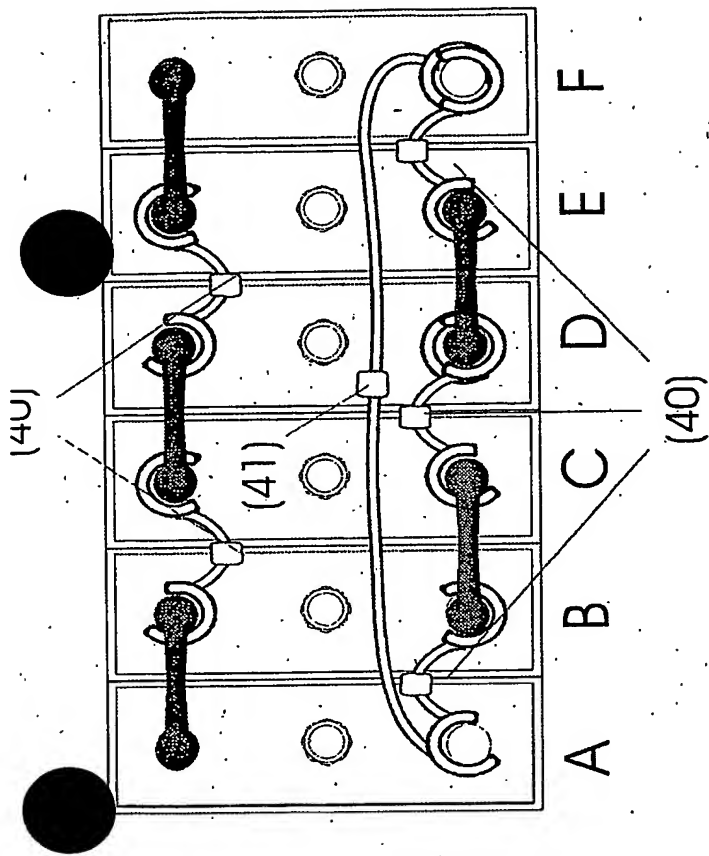


Fig. 5a

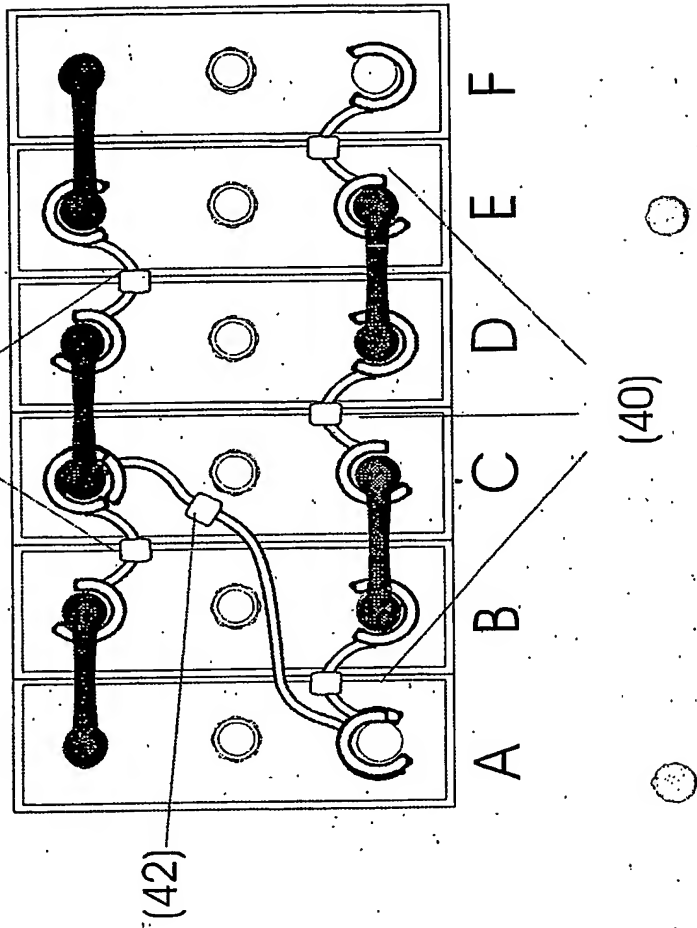


Fig. 5b

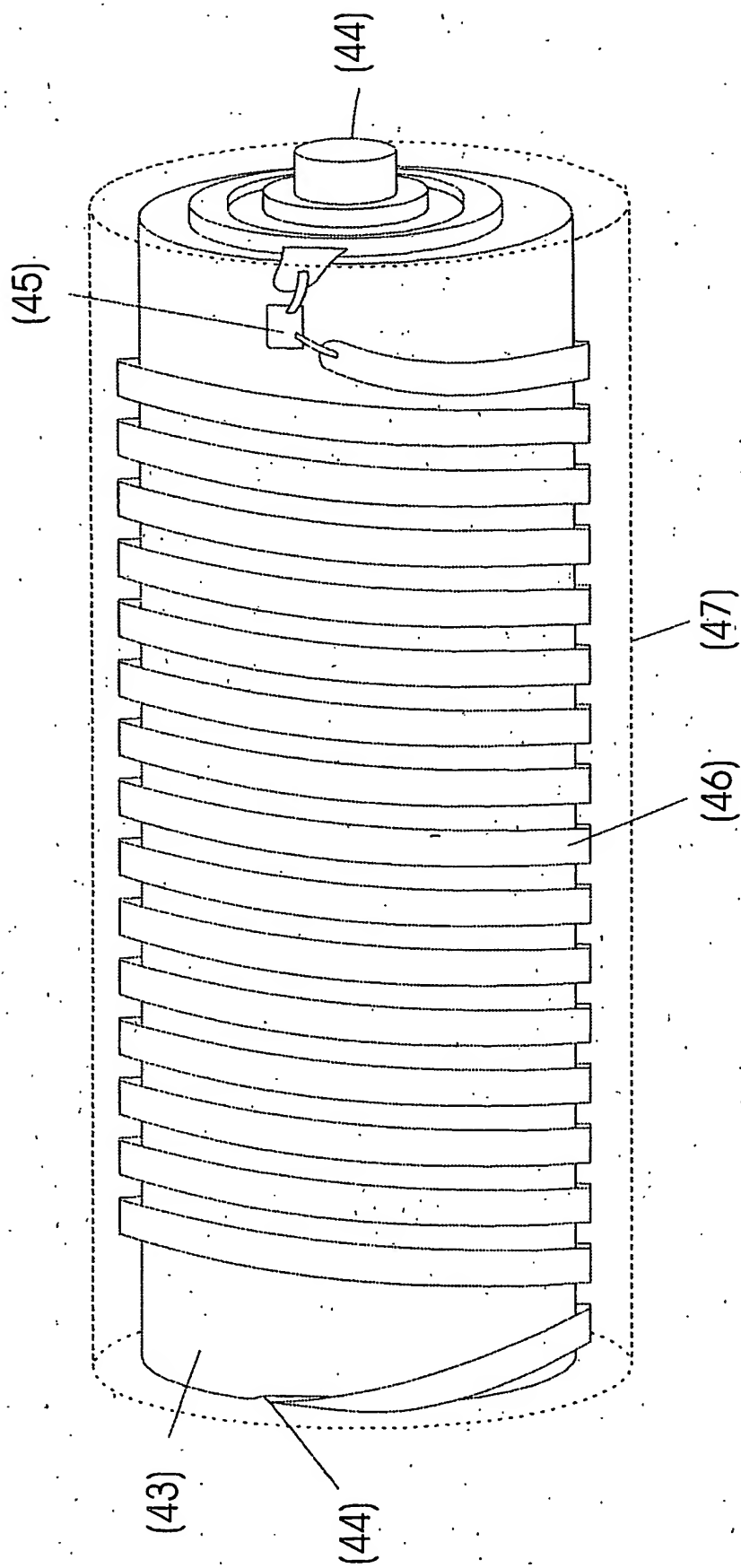


Fig. 6

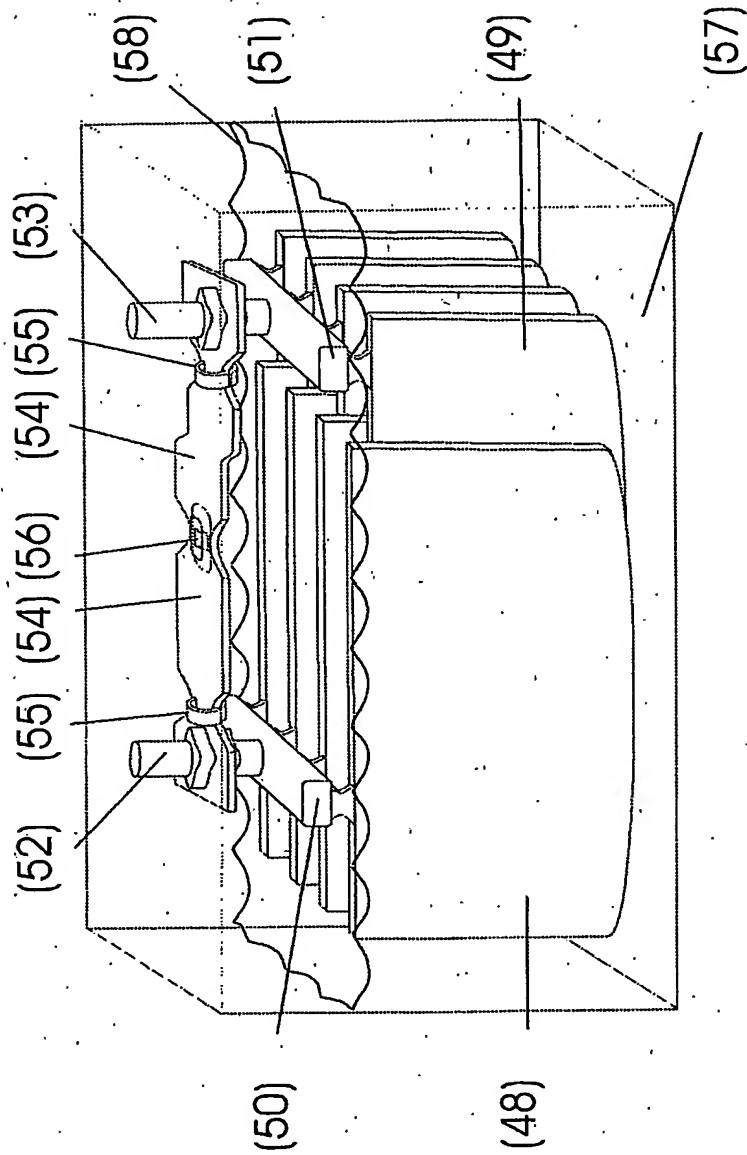


Fig. 7

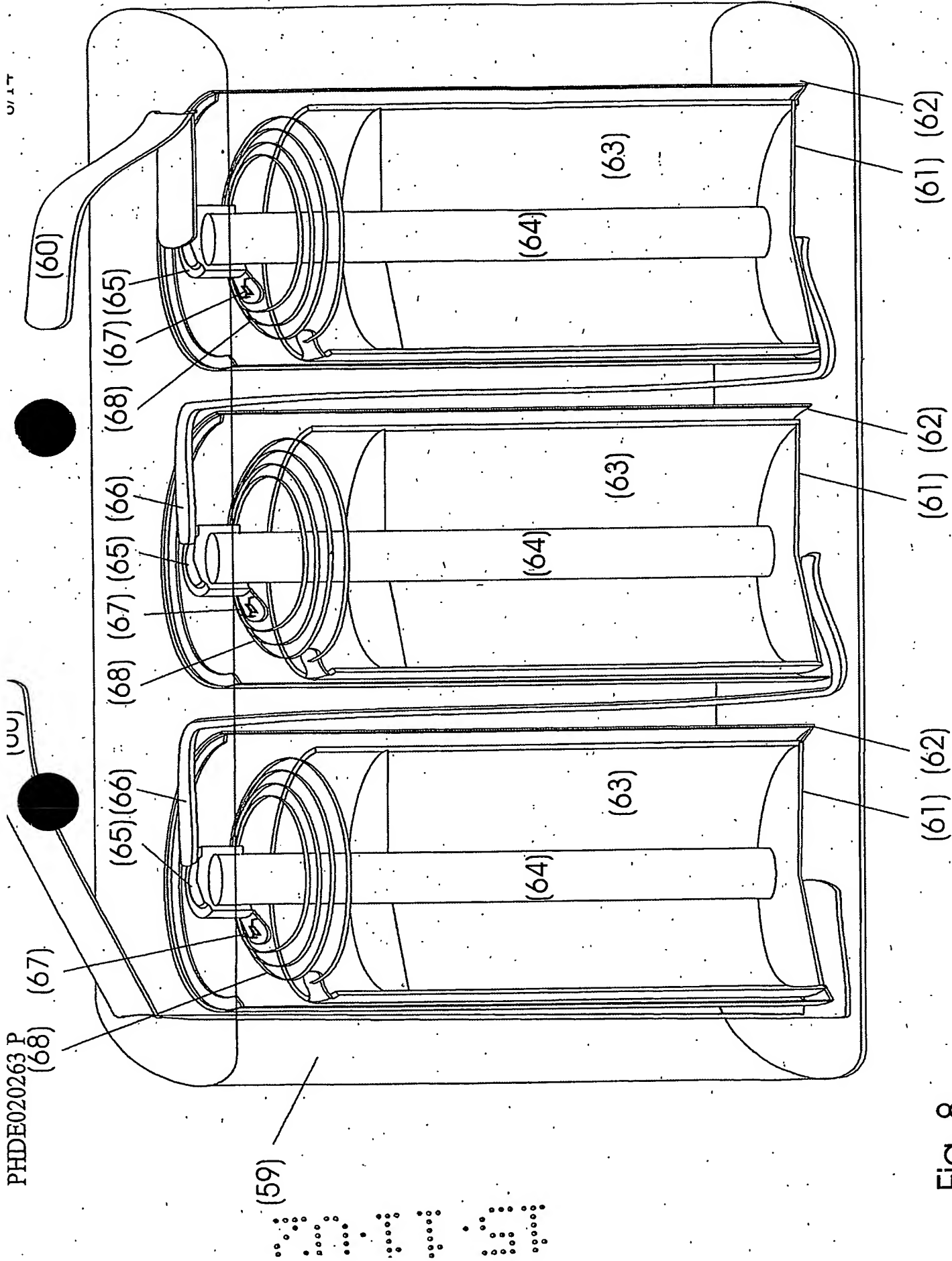


Fig. 8

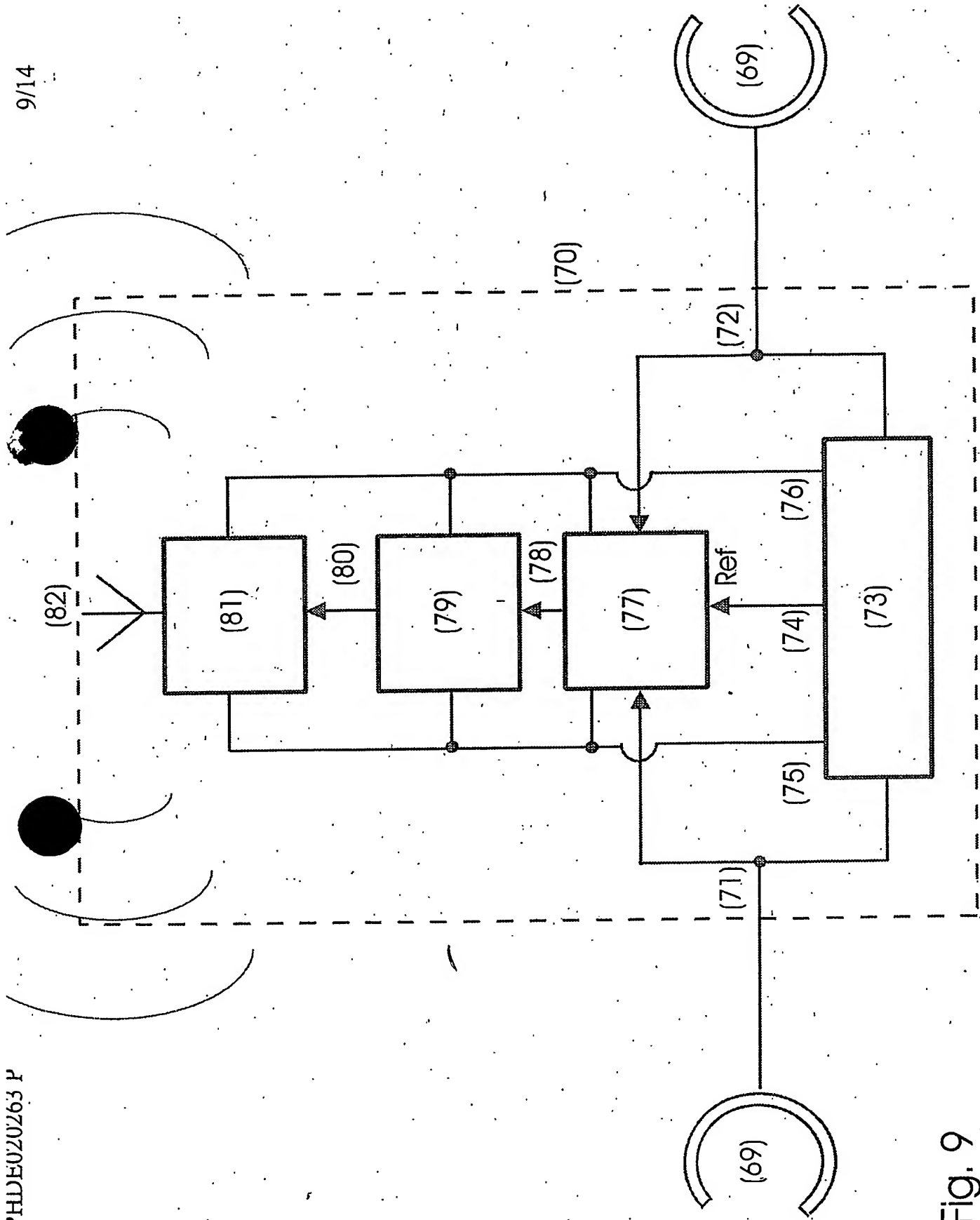


Fig. 9

3114

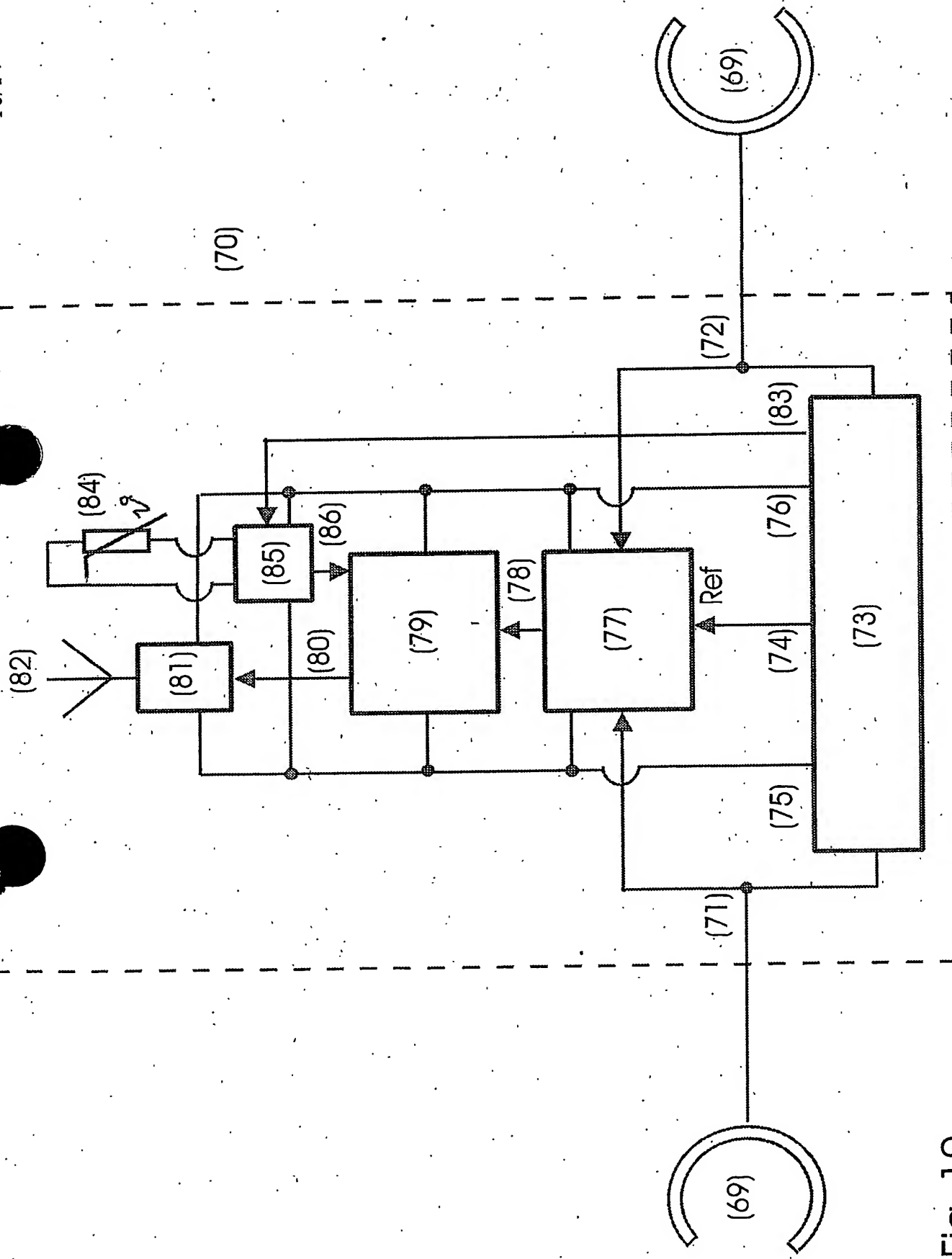


Fig. 10

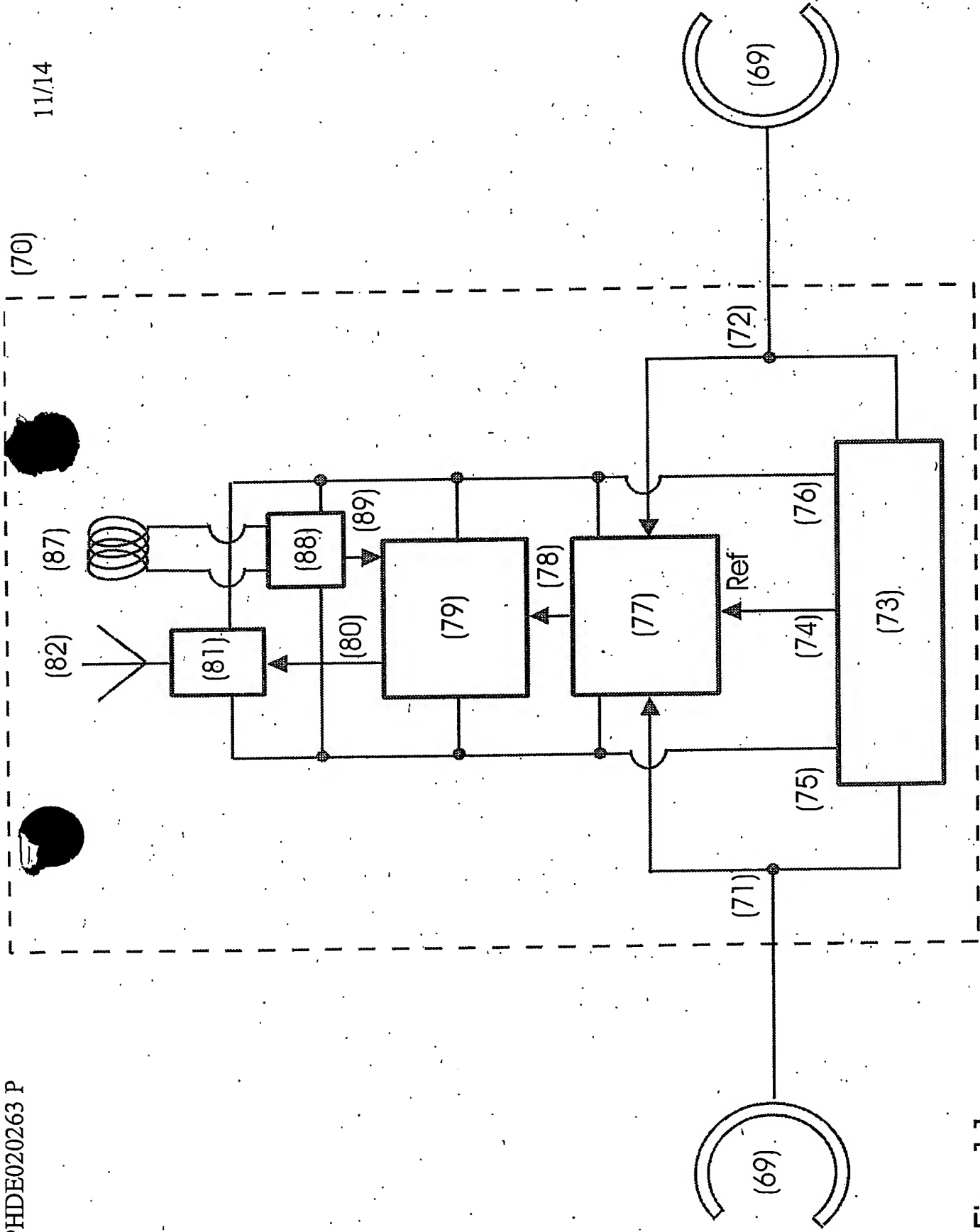


Fig. 11

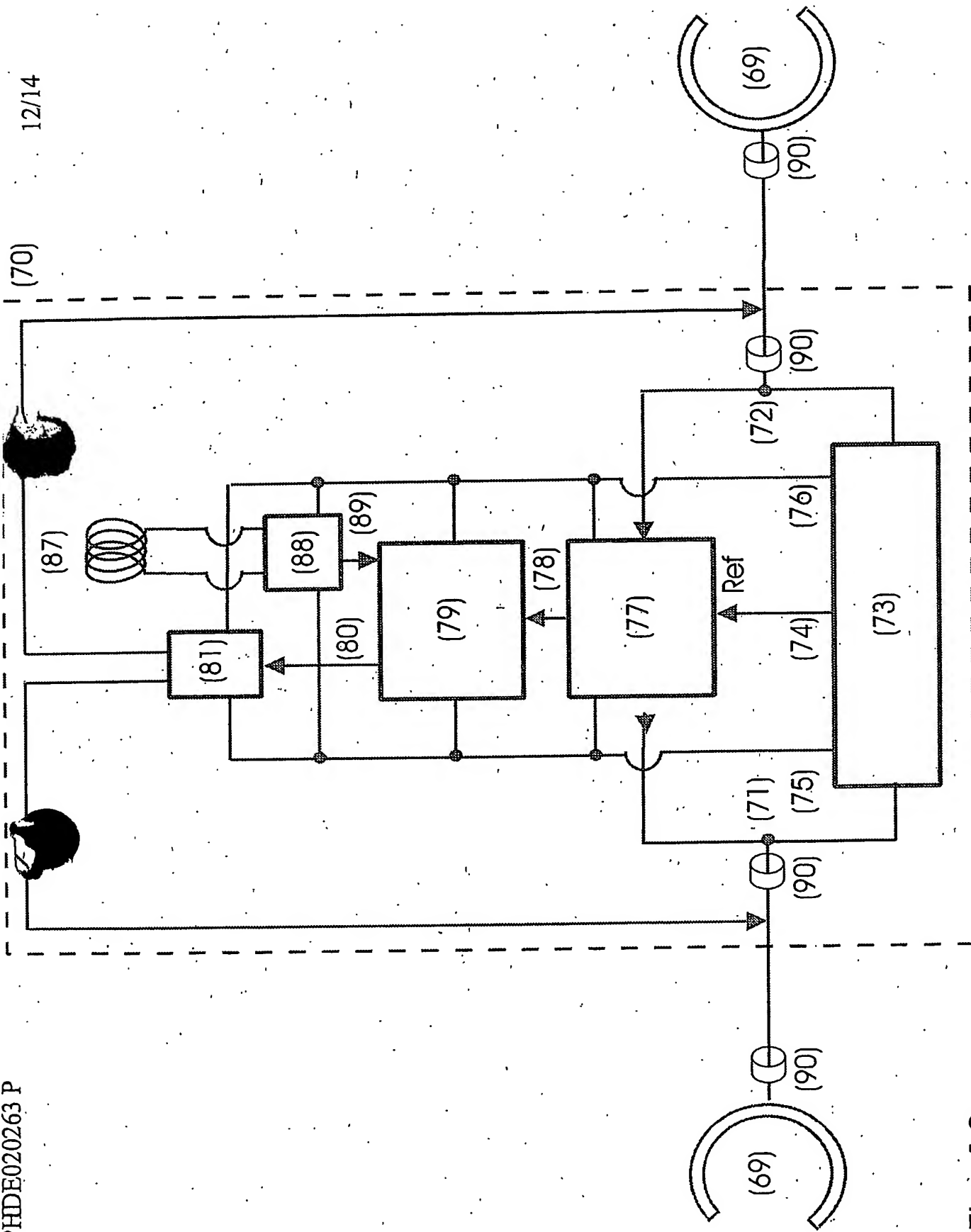


Fig. 12

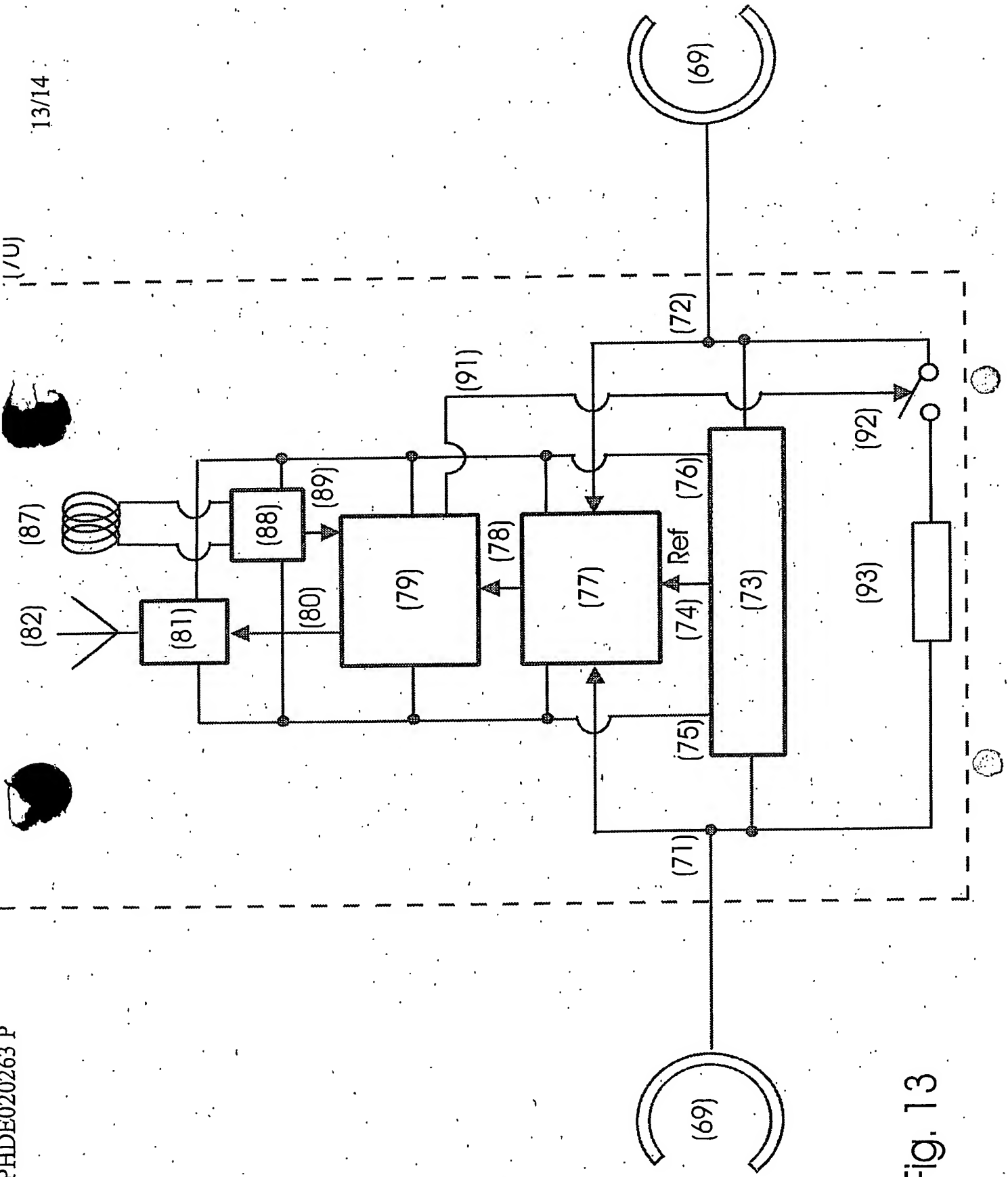


Fig. 13

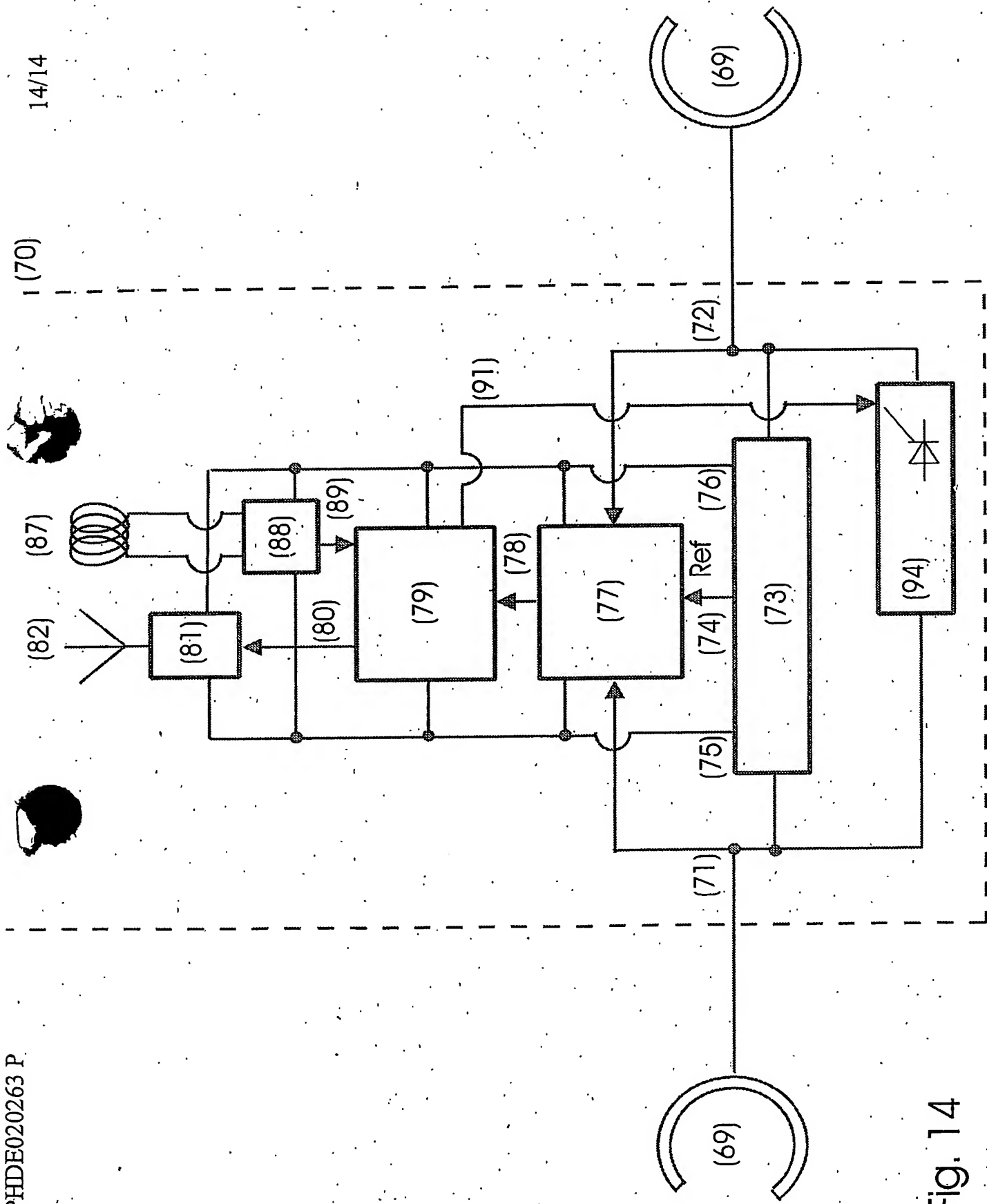


Fig. 14

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ ~~BLACK BORDERS~~

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☒ ~~FADED TEXT OR DRAWING~~

☒ ~~BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING~~

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.